

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι σεισμοί, ως φυσικές καταστροφές, επιδρούν τόσο στο δομημένο περιβάλλον όσο και στην κοινωνικό-οικονομική δομή, στη φυσιογνωμία και την εξέλιξη μιας περιοχής. Η ύπαρξη έγκαιρου προγραμματισμού και ενός ολοκληρωμένου σχεδίου εκκένωσης κρίνονται απαραίτητα για την ουσιαστική αντιμετώπιση των επιπτώσεων ενός σεισμού και μετέπειτα για την πλήρη ανασυγκρότηση της περιοχής.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Διαχείριση κινδύνου αστικών περιοχών από φυσικές καταστροφές σε περιβάλλον GIS: Χωροθετικός σχεδιασμός σε περίπτωση σεισμού στην Αθήνα.» είναι η δημιουργία ενός πλάνου εκκένωσης των δομημένων οικοδομικών τετραγώνων προς τους ελεύθερους-αδόμητους χώρους του δήμου σε περίπτωση σεισμού.

«Διαχείριση κινδύνου αστικών περιοχών από φυσικές καταστροφές σε περιβάλλον GIS: Χωροθετικός σχεδιασμός σε περίπτωση σεισμού στην Αθήνα.»

ΓΚΙΟΛΑ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΒΟΛΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Διαχείριση κινδύνου αστικών περιοχών από φυσικές
καταστροφές σε περιβάλλον GIS: Χωροθετικός σχεδιασμός
σε περίπτωση σεισμού στην Αθήνα.»**

ΓΚΙΟΛΑ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΝΤΕΛΗΣ ΣΚΑΓΙΑΝΝΗΣ

ΒΟΛΟΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2015

Προσπαθώντας για το αδύνατο,
κατορθώνουμε το καλύτερο
δυνατό.

August Strindberg, 1849-1912, Σουηδός θεατρικός
συγγραφέας

A. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Οι σεισμοί, ως φυσικές καταστροφές, επιδρούν τόσο στο δομημένο περιβάλλον όσο και στην κοινωνικό-οικονομική δομή, στη φυσιογνωμία και την εξέλιξη μιας περιοχής. Η ύπαρξη έγκαιρου προγραμματισμού και ενός ολοκληρωμένου σχεδίου εκκένωσης κρίνονται απαραίτητα για την ουσιαστική αντιμετώπιση των επιπτώσεων ενός σεισμού και μετέπειτα για την πλήρη ανασυγκρότηση της περιοχής.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο **«Διαχείριση κινδύνου αστικών περιοχών από φυσικές καταστροφές σε περιβάλλον GIS: Χωροθετικός σχεδιασμός σε περίπτωση σεισμού στην Αθήνα.»** είναι η δημιουργία ενός πλάνου εκκένωσης των δομημένων οικοδομικών τετραγώνων προς τους ελεύθερους-αδόμητους χώρους του δήμου σε περίπτωση σεισμού.

Στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση του λογισμικού ArcGIS της εταιρίας ERSI για την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης λόγω σεισμικής δραστηριότητας στην περιοχή της Αθήνας.

Το πλάνο εκκένωσης διαμορφώνεται βάσει σεναρίων με κύρια συνιστώσα το χρόνο, δομούνται δύο βασικά σενάρια, ένα για τις ώρες αιχμής (πρωινές ώρες) όπου το ανθρώπινο δυναμικό βρίσκεται σε δραστηριότητες ανάλογα με την ηλικία του (εργασία, σχολείο κλπ) και ένα κατά το οποίο υποθέτουμε πως οι δημότες βρίσκονται στον τόπο κατοικίας τους (πχ αργά το βράδυ). Έτσι εντοπίζονται οι βέλτιστες διαδρομές για την εκκένωση των κτιρίων προς τους χώρους συγκέντρωσης καθώς και για τους φορείς πολιτικής προστασίας που πρέπει να τους προσεγγίσουν.

Η ανάλυση των δεδομένων γίνεται μέσω του εργαλείου Network Analyst του ArcGIS. Χρησιμοποιείται η μέθοδος ανάλυσης δικτύου του για τον εντοπισμό των βέλτιστων διαδρομών καθώς και μέθοδοι χωροθέτησης – κατανομής για την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους συγκέντρωσης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Σεισμός, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Ανάλυση δικτύου, Προσβασιμότητα, Χωροθέτηση – Κατανομή, διαχείριση σεισμικού κινδύνου, χώροι καταφυγής, οδοί διαφυγής, έκτακτη ανάγκη

ABSTRACT- KEY WORDS

Earthquakes, as natural disasters, affect both built environment and socio-economic structure. Also, they have effects on the physiognomy and the development of a region. The existence of a timely planning and an emergency action plan deemed necessary to address the impact of an earthquake and later to reconstruct fully the region.

The aim of this current diploma dissertation, titled «**Risk management in urban areas due to natural disasters using GIS: spatial planning in case of earthquake in Athens**» is to create an evacuation plan of structured blocks to show the direction to unstructured areas in a case of an earthquake.

In this thesis, it is used the ArcGIS software of company ESRI to address an emergency of seismic activity in the area of Athens.

The evacuation plan formed in the basis of three scenarios, which have the parameter “time” as the principal component. The first scenario describes the case that an earthquake happened in peak hours (morning) and manpower is in activities according to their age (work, school, etc.), and in the second one we assume that the residents are at their home (eg late at night). So, they are identifying the best routes for the evacuation of buildings in the pools and for civil protection bodies, who should approach them.

Data analysis is operated by the extension “Network Analyst” in ArcGIS. The network analysis method and methods of location – allocation are used for identifying the best routes and distribution of population in pools (safe locations).

KEY WORDS: Earthquake, Geographic Information System, Network Analysis, accessibility, location-allocation, management of earthquake’s risk, safe locations, escape routes, emergency

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

A. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	2
ABSTRACT- KEY WORDS	3
B. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ-ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ	6
Γ. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	8
Δ. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΩΝ	9
0. ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΜΕΡΟΣ I: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	13
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ	13
3. ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ: ΚΡΑΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ. 16	
3.1 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	16
3.2 Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΚΟΒΕ ΤΗΣ ΙΑΠΩΝΙΑΣ ΣΑΝ ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ	18
4. ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	24
4.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	24
4.2 ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	26
4.2.1 ΠΡΟΛΗΨΗ	28
4.2.2 ΑΝΑΚΑΜΨΗ	28
4.3. ΦΟΡΕΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	29
4.3.1 ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΘΝΙΚΟΥ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ ...	29
4.3.2. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	29
4.3.3 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	29
4.3.4. ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	30
4.3.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ	30
ΜΕΡΟΣ II: ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	32
5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	32
5.1 ΤΥΠΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΞΕΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	32
5.2 ΤΥΠΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	35
5.3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΤΗ ΦΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	37
6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ	40
6.1 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	40

7. ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ	44
7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ	44
7.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ	46
8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ	48
8.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	48
8.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	48
8.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	50
8.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ	51
8.4.1 ΓΕΩΣΤΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	51
8.4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ	52
8.4.3 ΤΟ NETWORK ANALYST ΤΟΥ ArcGIS.....	53
8.4.3.1 LOCATION – ALLOCATION	54
8.4.4 ΜΟΝΤΕΛΟ Huff.....	56
9. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	57
9.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	57
9.2 ΣΕΝΑΡΙΟ Α’ – Η ΠΟΛΗ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ.....	61
9.2.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	72
9.3 ΣΕΝΑΡΙΟ Β’ – Η ΠΟΛΗ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	78
9.3.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	87
9.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	91
10. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	99
10.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	99
10.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ.....	99
10.3 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	100
11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ	101
12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	103
13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ	118

B. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ-ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ**ΠΙΝΑΚΕΣ**

Πίνακας 1- Ισχυροί σεισμοί στον Ελλαδικό χώρο (1914-2015).....	27
Πίνακας 2- Στοιχεία της υπό μελέτη περιοχής.....	60
Πίνακας 3- Χώροι Καταφυγής.....	63
Πίνακας 4 – Χαρακτηριστικά Χώρων Καταφυγής.....	64
Πίνακας 5 - Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους αδράνειας	75
Πίνακας 6 – Συντελεστής Ελκυστικότητας Περιοχών.....	81
Πίνακας 7 – Μετακίνηση Πληθυσμού μεταξύ των περιοχών.....	83
Πίνακας 8 – Ανακατανομή Πληθυσμού μεταξύ των περιοχών.....	84
Πίνακας 9 - Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας	88
Πίνακας 10 – Ταξινόμηση χώρων καταφυγής σε κατηγορίες κάλυψης.....	94
Πίνακας 11 – Συγκριτικός Πίνακας χώρων καταφυγής για το Α' και Β' Σενάριο.....	98

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1– Η εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου πολιτικής και αντισεισμικής προστασίας στην Ελλάδα.....	31
Διάγραμμα 2 – Πληρότητα χώρων καταφυγής για το Α' Σενάριο.....	75
Διάγραμμα 3 – Πληρότητα χώρων καταφυγής Β Σεναρίου.....	89
Διάγραμμα 4 – Ποσοστό υπερκάλυψης των χώρων καταφυγής	94
Διάγραμμα 5 – Ποσοστιαία Διαφορά Πληρότητας χώρων μεταξύ των 2 σεναρίων ..	95
Διάγραμμα 6 – Κατηγορίες υπερκαλυπτόμενων χώρων	95
Διάγραμμα 7 – Αποτελέσματα του χάρτη 9.15.....	98

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1- Kobe και ευρύτερη περιοχή Ιαπωνίας.....	19
Εικόνα 2- Περιφέρεια Χιόγκο.....	19
Εικόνα 3 – Ένταση σεισμού στο Kobe, ανάλογα με την περιοχή.....	19
Εικόνα 4- Kobe Ιαπωνίας.....	20
Εικόνα 5- Πυρκαγιά μετά από σεισμό Kobe Ιαπωνίας.....	21
Εικόνα 6 – Η πόλη του Kobe σήμερα.....	23
Εικόνα 7- Σεισμικότητα της Ευρώπης.....	26
Εικόνα 8- Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας Ελλάδος.....	57
Εικόνα 9 - Διαδικασία location-allocation. Facilities & Demand Points.....	65
Εικόνα 10 - Διαδικασία location-allocation. Demand to Facilities.....	66
Εικόνα 11 - Διαδικασία location-allocation. Minimize Impendance.....	67
Εικόνα 12 – Δημιουργία του layer του location allocation.....	68
Εικόνα 13 – Διαδικασία Γεωκωδικοποίησης.....	70
Εικόνα 14 – Διαδικασία OD COST MATRIX (α).....	71
Εικόνα 15 – Διαδικασία OD COST MATRIX (β).....	72
Εικόνα 16 - Τελικός Πίνακας για τα Αστυνομικά Τμήματα.....	73
Εικόνα 17 – Τελικός Πίνακας για τους Πυροσβεστικούς Σταθμούς.....	73
Εικόνα 18 – Τελικός Πίνακας για τα Νοσοκομεία.....	74
Εικόνα 19 – Δημιουργία του layer του location allocation.....	86

Γ. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 9.1 – Περιοχή μελέτης.....	58
Χάρτης 9.2 – Δημοτικές Ενότητες.....	59
Χάρτης 9.3 – Πληθυσμιακή Πυκνότητα Α' Σεναρίου.....	62
Χάρτης 9.4 – Χώροι Καταφυγής.....	64
Χάρτης 9.5 – Σχέδιο εκκένωσης Α' Σεναρίου.....	69
Χάρτης 9.6 – Βαθμός Πληρότητας Α' Σεναρίου.....	77
Χάρτης 9.7 – Πολύγωνα Ελκυστικότητας.....	79
Χάρτης 9.8 – Διαμόρφωση Ελκυστικότητας.....	80
Χάρτης 9.9 – Βαθμός Ελκυστικότητας Πολυγώνων.....	82
Χάρτης 9.10 – Πληθυσμιακή Πυκνότητα Β' Σεναρίου.....	85
Χάρτης 9.11 – Σχέδιο εκκένωσης Β' Σεναρίου.....	87
Χάρτης 9.12 – Βαθμός Πληρότητας Β' Σεναρίου.....	90
Χάρτης 9.13 – Μεταβολή Πληθυσμού.....	92
Χάρτης 9.14 – Χωρικοί Μέσοι.....	93
Χάρτης 9.15 – Διαφορά Κάλυψης Χώρων Καταφυγής Α' και Β' Σεναρίου.....	97

Δ. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΩΝ**ΕΛΛΗΝΙΚΑ**

ΑΚ: Αντισεισμικός Κανονισμός

BAN: Πρόγνωση σεισμών με ηλεκτρικά σεισμικά κύματα

ΓΓΕΠ: Γεωδαιτική Γεωφυσική Επιτροπή Κράτους

ΓΓΠΠ: Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας

ΓΙ: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

ΓΠΣ: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο

ΓΣΠ: Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών

ΕΕΣ: Ελληνικός Ερυθρός Σταυρός

ΕΕΣΚ: Επιτροπή Εκτίμησης Σεισμικού Κινδύνου

ΕΚΑΒ: Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας

ΕΚΠΠΣ: Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόβλεψης και Πρόγνωσης Σεισμών

ΕΛΑΣ.: Ελληνική Αστυνομία

ΕΛΣΤΑΤ.: Ελληνική Στατιστική Αρχή

ΕΜΑΚ: Ειδική Μονάδα Αντιμετώπισης Καταστροφών

ΕΜΥ: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

ΙΤΣΑΚ: Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών

ΛΣ. ΕΛΑΚΤ.: Λιμενικό Σώμα

ΝΕΑΚ: Νέος Αντισεισμικός Κανονισμός

ΝΟΚ: Νέος Οικοδομικός Κανονισμός

ΟΑΣΠ: Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας

ΟΡΣΑ: Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθηνών

ΟΤ.: Οικοδομικό Τετράγωνο

ΟΤΑ.: Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΠΔ: Προεδρικό διάταγμα

ΠΠ: Πολιτική Προστασία

ΠΣ: Πυροσβεστικό Σώμα

ΤΑΣ: Τομέας Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων

ΥΑ: Υπουργική Απόφαση

ΥΑΣ: Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων

ΥΑΣΒΕ: Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων Βορείου Ελλάδος

ΦΕΚ: Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΑ

FEMA: Federal Emergency Management Agency

GEM: Geographical Information System Earthquake/Emergency Management

GIS: Geographic information system

IDNDR: International Decade for natural disaster reduction

IUGG: International union of Geodesy and Geophysics

LISA: Local indicators spatial autocorrelation

NIBS: National Institute of Building Science

0. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «**Διαχείριση κινδύνου αστικών περιοχών από φυσικές καταστροφές σε περιβάλλον GIS: Χωροθετικός σχεδιασμός σε περίπτωση σεισμού στην Αθήνα.**» εκπονήθηκε στα πλαίσια ολοκλήρωσης του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών στην Πολυτεχνική Σχολή Βόλου στο τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Η εργασία εκπονήθηκε κατά κύριο λόγο στο χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2014-2015. Αποτελεί μια προσέγγιση δημιουργίας ενός πλάνου εκκένωσης των κτιρίων του δήμου Αθηναίων σε περίπτωση σεισμού, βασιζόμενο στον μόνιμο πληθυσμό του δήμου της απογραφής του 2011.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Παντελή Σκάγιανη για την ανάθεση του θέματος και τη συνεργασία του, καθώς επίσης και τον κύριο Γεώργιο Ν. Φώτη για τη βοήθεια του να καταλήξω σε αυτό το θέμα που αποδείχθηκε ιδιαίτερα ενδιαφέρον για μένα αλλά και για την καθοδήγησή του.

Ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να εκφράσω στους ανθρώπους που σημάδεψαν τα καλύτερά μου χρόνια στο Βόλο και ιδιαιτέρως τις Αδαμαντία, Αυγή, Ευαγγελία, Ζωή, Μαρία και Νίκη για την συμπαράστασή τους στην όλη μου προσπάθεια.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν, όχι μόνο κατά την περίοδο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής διατριβής, αλλά για την συνολική τους προσφορά κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής διατριβής είναι η δημιουργία ενός πλάνου εκκένωσης του δομημένου χώρου προς ελεύθερους χώρους καταφυγής βάσει κάποιων σεναρίων και όχι η δημιουργία ενός πλάνου για το σύνολο των περιπτώσεων. Κύριο χαρακτηριστικό του πλάνου αυτού είναι ότι δομείται βάσει σεναρίων με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ).

Η αντιμετώπιση των συνεπειών από ενδεχόμενη ισχυρή σεισμική δόνηση σε πυκνοκατοικημένη περιοχή, όπως ο δήμος Αθηναίων, αποτελεί πρόβλημα μείζονος σημασίας δεδομένου ότι ένα σεισμικό φαινόμενο οδηγεί σε αντιδράσεις πανικού και κατάσταση κρίσης. Ένα σχέδιο διαχείρισης μιας τέτοιας κατάστασης βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στη σωστή και ολοκληρωμένη πληροφόρηση των αρμόδιων φορέων διαχείρισης σεισμικού κινδύνου, των φορέων πολιτικής προστασίας καθώς και στην ενημέρωση του πληθυσμού. Η άμεση αντίδραση μετά την εμφάνιση έκτακτων καταστάσεων, αποτελεί κρίσιμο σημείο για τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας.

Στις περισσότερες τεχνολογικά ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π) αποτελούν ένα σημαντικότερο εργαλείο αντιμετώπισης προβλημάτων και μεγάλων καταστροφών οποιασδήποτε μορφής. Συνεπώς είναι κατανοητό πως η αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων έχει απασχολήσει επί μακρόν την επιστημονική κοινότητα παγκοσμίως. Όπως θα παρατεθεί αναλυτικά και στο κεφάλαιο 5 χώρες με έντονη σεισμικότητα όπως η Αμερική και η Ιαπωνία έχουν δημιουργήσει τέτοια προγράμματα για την αντιμετώπιση των συνεπειών από σεισμικά συμβάντα.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, σε πρώτη φάση θα αναπτυχθούν κάποιες γενικές έννοιες και ορισμοί που έχουν να κάνουν τόσο με τις φυσικές καταστροφές όσο και με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Κρίνεται απαραίτητη η αποσαφήνιση εννοιών όπως **φυσική καταστροφή, κίνδυνος, επικινδυνότητα, σεισμική καταστροφή**. Επιπλέον, οφείλουμε να αναφερθούμε στην δομή και τον τρόπο λειτουργίας των ΓΣΠ εφόσον το πλάνο εκκένωσης και των δύο εξεταζόμενων σεναρίων θα δομηθεί με βάση εξειδικευμένες λειτουργίες των συστημάτων αυτών όπως η ανάλυση δικτύου και στην χωροθέτηση-κατανομή πληθυσμού.

ΜΕΡΟΣ Ι: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ο όρος **φυσική καταστροφή** (nature hazard) χρησιμοποιείται για να περιγράψει το σύνολο των αρνητικών επιπτώσεων μεγάλης κλίμακας, ως αποτέλεσμα της εκδήλωσης ενός φυσικού φαινομένου σε συνήθως εστιασμένα χρονικά και χωρικά γεγονότα. Οι φυσικές καταστροφές είναι το αποτέλεσμα των γεγονότων που προκαλούνται από φυσικούς κινδύνους, που ξεπερνούν την τοπική ικανότητα απόκρισης και επηρεάζουν σοβαρά ευάλωτες κοινότητες ή γεωγραφικές περιοχές, επιδρώντας στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη τους, αλλά και καθιστώντας τις ανίκανες να λειτουργήσουν κανονικά (Benson and Clay, 2004· Burton and Kates, 1964· Ferris, 2010). Οι φυσικές καταστροφές δεν “συμβαίνουν” απλά, αλλά σε ένα μεγάλο ποσοστό είναι αποτέλεσμα της αποτυχίας της ανάπτυξης η οποία αυξάνει την τρωτότητα στον κίνδυνο (Pelham et.al., 2011).

Ο όρος **κίνδυνος** (risk) ορίζεται ως «η πιθανότητα επιβλαβών συνεπειών ή αναμενόμενων απωλειών όπως θάνατοι, τραυματισμοί, απώλειες περιουσιών, κατάρρευση οικονομικών δραστηριοτήτων και περιβαλλοντικών καταστροφών ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των φυσικών ή ανθρωπογενών επικινδυνοτήτων» (Μασούρα, 2009).

Η **επικινδυνότητα** (hazard) είναι μία φυσική ή ανθρωπογενής διαδικασία που είναι δυνατόν να δημιουργήσει απώλειες. Η επικινδυνότητα (ή αιτία) μπορεί να οριστεί και ως η πιθανή απειλή για τους ανθρώπους και την ευημερία τους, ενώ ο κίνδυνος (ή αποτέλεσμα) ως η πιθανότητα συγκεκριμένης εμφάνισης της επικινδυνότητας (Παπαδόπουλος 2000, Smith 1996). Οι φυσικοί κίνδυνοι είναι εκείνοι που υπάρχουν στο φυσικό περιβάλλον και ενέχουν κάποια πιθανότητα να προκαλέσουν μικρής ή μεγάλης κλίμακας καταστροφή στο ανθρωπογενές ή στο φυσικό περιβάλλον (Παπαδόπουλος ,2000· Shaluf, 2007).

Η **σεισμική καταστροφή** ανήκει στις γεωλογικές καταστροφές, είναι η καταστροφή εξαιτίας της εμφάνισης ενός σεισμού, μια αιτιοκρατική, πολυπαραγοντική, χαοτική κατάσταση, η οποία μπορεί να εκτιμηθεί σε όλα τα στάδια εκδήλωσης της, δηλαδή πριν, κατά τη διάρκεια, καθώς και μετά την εκδήλωση της σεισμικής δράσης (Παυλίδης και Πεφτιτσέλη, 2000· Φουρτούνη, 2011). **Σεισμός** είναι η εδαφική δόνηση που γεννιέται κατά την παροδική διατάραξη της μηχανικής ισορροπίας των γήινων πετρωμάτων σε

ορισμένο μέρος της στερεάς Γης, από την ξαφνική απελευθέρωση ενέργειας στο εσωτερικό της (Hunt, 2007· Παπαζάχος κ.ά. 2005· Τάσσοι, 2001). Το σημείο που εντοπίζεται η αρχική διάρρηξη ονομάζεται υπόκεντρο ή εστία του σεισμού. Στη συνέχεια η διάρρηξη επεκτείνεται σε μία ή περισσότερες κατευθύνσεις με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας διαχωριστικής επιφάνειας, του σεισμικού ρήγματος. Το ρήγμα είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία και τη διάδοση των σεισμικών κυμάτων στην επιφάνεια της Γης, δηλαδή το σεισμό. Το σημείο της Γης που βρίσκεται πάνω από την εστία του σεισμού ονομάζεται επίκεντρο (Μπάκας, 2008).

Μετά την αποσαφήνιση των παραπάνω εννοιών κρίνεται απαραίτητη η αναφορά στην δομή και την λειτουργία των ΓΣΠ καθώς αποτελούν τη βάση για τη δόμηση του πλάνου εκκένωσης που είναι και το θέμα της παρούσας διατριβής.

Ως Γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών ορίζεται ένα δυναμικό σύνολο εργαλείων για συλλογή, αποθήκευση, ανάκτηση κατά βούληση, μετατροπή και απεικόνιση χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο (Burrough, 1986). Ένα ΓΣΠ επιτρέπει τη διαχείριση και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων, υποστηρίζει τη διαδικασία του σχεδιασμού παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργεί αναλύσεις των γεωγραφικών πληροφοριών για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, σύμφωνα με το μοντέλο λήψης αποφάσεων που έχει ορίσει. Μας επιτρέπουν να δούμε, να κατανοήσουμε, να εξετάσουμε και στη συνέχεια να απεικονίσουμε πληροφορίες με πολλούς τρόπους οι οποίοι αποκαλύπτουν σχέσεις, μοτίβα και τάσεις με τη μορφή χαρτών, αναφορών και πινάκων. Επίσης μας βοηθούν να απαντήσουμε σε ερωτήσεις και να λύσουμε προβλήματα με το να διαχειρίζονται τα στοιχεία με έναν γρήγορα κατανοητό και εύκολα οπτικοποιημένο τρόπο.

Η **ανάλυση δικτύου** γίνεται με τη χρήση κάποιων προγραμμάτων επεκτάσεων των ΓΣΠ. Ένα τέτοιο είναι το Network Analyst του ArcGIS 10.1. Αυτό είναι ένα εργαλείο ανάλυσης δικτύων, στο οποίο βασίζεται η χωρική ανάλυση, με εφαρμογές όπως η δρομολόγηση οχημάτων, πλοήγηση για χαράξεις πορείας, εύρεση της πλησιέστερης μονάδας, εντοπισμός περιοχών εξυπηρέτησης για τα προβλήματα χωροθέτησης – κατανομής.

Η βασική έννοια του location-Allocation βασίζεται σε προϋπάρχουσες μελέτες, όπως το μοντέλο του Weber (Weber, 1909) και την εξέλιξη αυτών. Έτσι και στη γενική τους μορφή τα προβλήματα **Χωροθέτησης - Κατανομής** ορίζονται ως εξής: Με δεδομένο ένα χωρικό σύστημα ζήτησης, να χωροθετηθούν κέντρα παροχής υπηρεσιών (προσφορά) και να

περιφερειοποιηθεί ο χώρος (ζήτηση) ως προς αυτά τα κέντρα, κατά τον "καλύτερο δυνατό τρόπο". Όπου ο «καλύτερος δυνατός τρόπος» επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης κάποιας αντικειμενικής συνάρτησης, όπου μεγιστοποιείται το όφελος ή ελαχιστοποιείται η απώλεια από τη χρησιμοποίηση των εν λόγω κέντρων εξυπηρέτησης (Φώτης, 1997).

Οι ορισμοί που προηγήθηκαν δεν είναι οι μοναδικοί. Υπάρχει πληθώρα ορισμών, που σχετίζεται με τα επιστημονικά εκείνα που χρησιμοποιούν τα ΓΣΠ. Στην πορεία της παρούσας διατριβής (ΜΕΡΟΣ ΙΙ) θα γίνει αναλυτική παρουσίαση των λειτουργιών αυτών μέσα από τη διαδικασία της δόμησης του μοντέλου εκκένωσης.

3. ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ: ΚΡΑΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Τις τελευταίες δεκαετίες, στον τομέα διαχείρισης των φυσικών καταστροφών παρατηρείται μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη και ολοένα αυξανόμενη γνώση σε ότι έχει να κάνει με την αντιμετώπιση φυσικών φαινομένων, παρόλα αυτά οι επιπτώσεις των εκδηλούμενων φυσικών καταστροφών σε παγκόσμιο επίπεδο αυξάνονται εκθετικά. Η αιτία της παραπάνω αύξησης εντοπίζεται στην αυξανόμενη τρωτότητα των πολεοδομικών συγκροτημάτων καθώς επίσης και στην κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων τα οποία συγκρούονται με τις εξελισσόμενες γεωδυναμικές διεργασίες. Εν γένει οι ανθρώπινες παρεμβάσεις δεν συνάδουν με τις βασικές απαιτήσεις προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος (Λέκκας, 2000α).

Στο πλαίσιο αυτό οι διεθνείς οργανισμοί αλλά και οι κυβερνήσεις των κρατών στρέφονται στην ενίσχυση της έρευνας και την βελτίωση του τεχνολογικού εξοπλισμού με στόχο να αντιμετωπίσουν, έως και να αναστείλουν στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό, τις επιπτώσεις από φυσικά φαινόμενα. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η διαμόρφωση πολιτικών οι οποίες εκμεταλλευόμενες στο μέγιστο τις νέες εξελίξεις και στα τρία στάδια διαχείρισης των φυσικών καταστροφών δηλαδή το προκαταστροφικό, συγκαταστροφικό και μετακαταστροφικό επίπεδο. (Λόζιος και Λέκκας, 2003)

Στο παρόν κεφάλαιο λοιπόν παρουσιάζονται εμπειρίες από την πολιτική διαχείρισης των καταστροφών που προκλήθηκαν από σεισμικά φαινόμενα σε διάφορες χώρες όπως καταγράφηκαν από ομάδες εμπειρογνομόνων σε διεθνείς αποστολές καθώς και ένα παράδειγμα διεθνούς εμπειρίας, ο σεισμός στο ΚΟΒΕ της Ιαπωνίας.

3.1 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Ιαπωνία θεωρούνται οι πλέον προηγμένες χώρες στον τομέα της διαχείρισης των φυσικών καταστροφών. Έχουν αναπτύξει ένα εξαιρετικά συγκροτημένο και έμπειρο σύστημα, από κυβερνητικές αλλά και μη κυβερνητικές οργανώσεις, στους τρεις τομείς διαχείρισης των φυσικών καταστροφών (τον προκαταστροφικό, τον συγκαταστροφικό και τον μετακαταστροφικό) και είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν κάθε είδους επίπτωση.

Συχνό είναι δε το φαινόμενο να αρνούνται την εξωτερική βοήθεια ακόμα και σε μεγάλης έκτασης καταστροφές όπως στο σεισμό του San Francisco (Η.Π.Α., Ιανουάριος 1994) γιατί θεωρείται ότι δεν μπορεί να ενταχθεί χωρίς προβλήματα στο οικείο σύστημα διαχείρισης (Colling, 1997). Σε σπάνιες περιπτώσεις και για λόγους καθαρά ψυχολογικούς επιτράπη η είσοδος σε ξένα σωστικά συνεργεία και εν γένει τη διεθνή βοήθεια όπως για παράδειγμα ο σεισμός στο Kobe (Ιαπωνία, Ιανουάριος 1995) στον οποίο οι επεμβάσεις τελικά δεν κρίθηκαν ως ικανοποιητικές.

Στις χώρες αυτές επενδύονται μεγάλα κονδύλια στην έρευνα, την εκπαίδευση και τον εξοπλισμό παρόλα αυτά λόγω της τρωτότητας των μεγάλων πολεοδομικών συγκροτημάτων (δηλαδή υψηλή πυκνότητα κτηρίων, μεγάλος αριθμός ανθρώπων ανά μονάδα επιφάνειας, πολυπλοκότητα των γραμμών ζωής κ.α.) τα αποτελέσματα δεν είναι πάντα τα αναμενόμενα. Ως παράδειγμα αναφέρεται ο σεισμός στο Kobe της Ιαπωνίας το 1995 ο οποίος έχει καταγράψει σαν το γεγονός που κόστισε σε οικονομικό μέγεθος περισσότερο από κάθε άλλο (Colling, 1997· Comartin et.al., 1995).

Όπως είναι λογικό υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στην αντιμετώπιση και την πολιτική διαχείρισης τέτοιων φαινομένων ανάμεσα στις αναπτυσσόμενες και τις αναπτυγμένες χώρες. Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει: (i) η συχνή ή όχι εκδήλωση μεγάλων καταστροφών όπως πχ. Τουρκία, Ταϊβάν, Ελλάδα, Νέα Ζηλανδία κ.α., (ii) η ευαισθητοποίηση που υπάρχει στην κοινή γνώμη πχ. Ιταλία, Τουρκία, Ελλάδα, (iii) οι εκάστοτε υφιστάμενες οικονομικές δυνατότητες, (iv) η πρωτογενής παραγωγή σχετικής επιστημονικής γνώσης και (v) η ικανότητα αφομοίωσης της επιστημονικής γνώσης και των νέων τεχνολογιών από τους φορείς διαχείρισης (Carydis et.al., 1995· Carydis et.al., 1997· Scawthorn, 2000· Λέκκας, 2000β).

Κυρίαρχο πρόβλημα αναδεικνύεται η αδυναμία προσδιορισμού του μεγέθους και της έκτασης της καταστροφής σε συγκαταστροφικό επίπεδο καθώς αποτελεί βασική πληροφορία για την επιτυχία της επέμβασης. Για τον σωστό προσδιορισμό του μεγέθους της καταστροφής είναι απαραίτητο ένα έμπειρο επιστημονικό και τεχνικό επιτελείο ικανό να παρεμβαίνει στο πολιτικό σύστημα λήψης αποφάσεων (Λέκκας, 2000β).

Σε ότι αφορά τις χώρες του αναπτυσσόμενου (τρίτου) κόσμου η διαχείριση των επιπτώσεων από φυσικές καταστροφές δεν αποτελεί πρώτη προτεραιότητα για τις κυβερνήσεις. Λόγω του χαμηλού κατά κεφαλήν εισοδήματος και κατ' επέκταση του χαμηλού βιοτικού επιπέδου, η ανάπτυξη μηχανισμών πολιτικής προστασίας από τέτοιου

είδους καταστροφές αποτελεί δευτερεύουσα υποχρέωση. Συνάμα ανασταλτικό παράγοντα αποτελούν οι ανεπαρκείς ενέργειες της διοίκησης καθώς και η απροθυμία των πολιτών να συμβάλουν στην ορθή και ψύχραιμη αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών. Στον 21^ο αιώνα οι φυσικές καταστροφές συνεχίζουν να αποτελούν για κάποιες χώρες αποτέλεσμα δεισδαιμονιών και προκαταλήψεων δυσκολεύοντας ακόμα περισσότερο την αποτελεσματική αντιμετώπιση των επιπτώσεων.

Καταγράφεται δε, προσπάθεια συγκάλυψης επιπτώσεων φυσικών καταστροφών, υποβάθμισης των γεγονότων και αποκλεισμού των πληγέντων περιοχών από κυβερνήσεις. Αυτό έχει σαν φυσικό αποτέλεσμα την δραματική αύξηση των επιπτώσεων και τον αποπροσανατολισμό των εθνικών και διεθνών αποστολών που δεν έχουν δυνατότητα για έγκαιρες επεμβάσεις στις πληγείσες περιοχές (Λέκκας κ.ά., 2001, Λέκκας και Κράνης 2004, Jain et.al., 2002). Η παραπάνω αντιμετώπιση παρατηρήθηκε στους σεισμούς του Gujarat (Ινδία, Ιανουάριος 2002), του Bumerdes (Αλγερία, Μάιος 2003) και του Bam (Ιράν, Δεκέμβριος 2003).

Βέβαια τα προαναφερθέντα αποτελούν απόρροια της ανωτέρω πολιτικής πολλών κυβερνήσεων, οι οποίες δεν έχουν την δυνατότητα να επενδύσουν σε ενέργειες πρόληψης σε προκαταστροφικό επίπεδο. Με αποτέλεσμα να μη μπορούν να ανταπεξέλθουν σε μετακαταστροφικό επίπεδο στο να επανέλθει η πληγείσα περιοχή στην προ του γεγονότος κατάσταση.

3.2 Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΚΟΒΕ ΤΗΣ ΙΑΠΩΝΙΑΣ ΣΑΝ ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ

Ισχυρός επιφανειακός σεισμός, μεγέθους 7,2 της κλίμακας ρίχτερ πλήττει το Kobe, της περιφέρειας Χιόγκο της Ιαπωνίας στις 17 Ιανουαρίου του 1995. Πρόκειται για μεγάλη σεισμική καταστροφή με απολογισμό περίπου 6.300 νεκρούς και πάνω από 40.000 τραυματίες ενώ το συνολικό κόστος των καταστροφών υπολογίζεται σε 10 τρις. Yen (Menoni, 2001· Hirayama, 2000). Σημαντικά οργανωτικά και λειτουργικά προβλήματα της Ιαπωνικής ΠΠ έρχονται στο προσκήνιο μέσα από αυτή την σεισμική καταστροφή (Ando, 2005). Παρακάτω, γίνεται λόγος για τα μέτρα και τις πολιτικές που εφαρμόστηκαν κατά την ανασυγκρότηση της πόλης, καθώς και για τα προβλήματα και τις αστοχίες που προέκυψαν καθ' όλη την αποκατάσταση.

Εικόνα 1- Kobe και ευρύτερη περιοχή
Ιαπωνίας



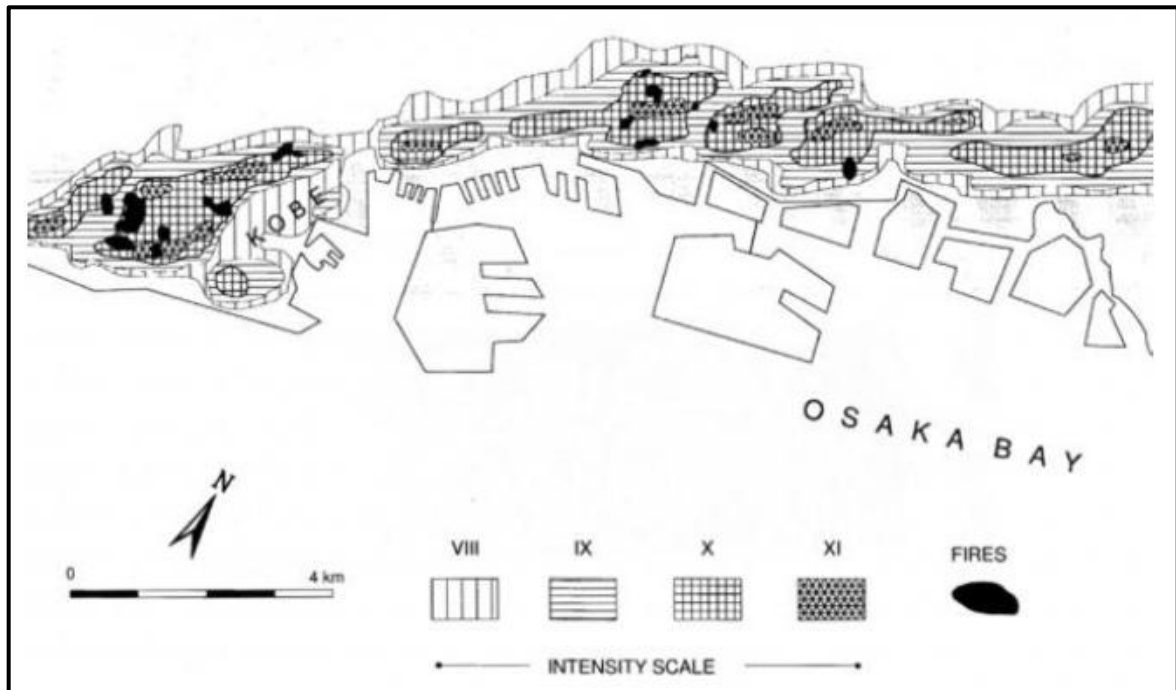
Πηγή: Μπεριάτος και Δελλαδέτσιμας, 2010

Εικόνα 2- Περιφέρεια Χιόγκο, με σκούρο
χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές που
επλήγησαν περισσότερο



Πηγή: Μπεριάτος και Δελλαδέτσιμας, 2010

Εικόνα 3 – Ένταση σεισμού στο Kobe, ανάλογα με την περιοχή



Πηγή: <http://www.elekkas.gr>

α) Μέτρα και πολιτικές ανασυγκρότησης

Η περίοδος αποκατάστασης δεν παρουσιάζει ομοιογένεια, καθώς η αποκατάσταση υποδομών, επιχειρήσεων, διοικητικών και εμπορικών περιοχών γίνεται άμεσα ενώ αντίθετα η επαναφορά της ζωής των πολιτών υπολείπεται, εφόσον οι ίδιοι δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν οικονομικά στην ανοικοδόμηση των κατοικιών τους (Menoni, 2001).

Τα σχέδια της πολεοδομικής ανάπλασης της πόλης ανακοινώνονται δύο μήνες μετά το σεισμό, αφού η κυβέρνηση επιβάλλει δίμηνη αναστολή της ανοικοδόμησης. Το κυριότερο μέτρο για την ανάπλαση της πόλης είναι η εφαρμογή σχεδίων αστικού αναδασμού, με στόχο την πλήρη αναδιαμόρφωση του χώρου μέσω της κατασκευής νέων τεχνικών υποδομών, της ανέγερσης ουρανοξυστών, της εκ νέου ρυμοτόμησης σε μεγάλα τετράγωνα, της δημιουργίας οδικών αξόνων με τη μορφή κανάβου, καθώς και σχεδίων για την αποσυμφόρηση της πόλης, με σκοπό τη βελτίωση του αστικού τοπίου, ιδίως μέσω της διαπλάτυνσης των στενών οδικών αξόνων (Risk Management Solutions, 1995, Μπεριάτος και Δελλαδέτση, 2010).

Μετά τη σεισμική καταστροφή η πόλη έχει υποστεί σοβαρές ζημιές στα δίκτυα υποδομών και μεταφοράς ενέργειας, όπως υδροδότησης, ηλεκτροδότησης, αποχέτευσης, τηλεπικοινωνιών και φυσικού αερίου με καταστροφικές συνέπειες όπως πυρκαγιές από διαρροή αερίου και βραχυκυκλώματα σε ηλεκτρικά καλώδια. Επιπλέον, επικρατεί κυκλοφοριακό χάος για πολλές μέρες λόγω της κατάρρευσης αυτοκινητοδρόμων, γεφυρών, σιδηροδρομικών δικτύων αλλά και της πολεοδομικής δομής της πόλης. Το λιμάνι του Κόμπε υφίσταται εκτεταμένες ζημιές και τα τεχνητά νησιά καθιζήσεις. Η αναστολή των λειτουργιών του λιμανιού επηρεάζει τόσο τη ζωή των κατοίκων της πόλης και τη διαδικασία διανομής φορτίων σε όλη τη χώρα, όσο και την εθνική Ιαπωνική οικονομία.



Εικόνα 4- Kobe Ιαπωνίας
Πηγή: <http://www.elekkas.gr>

Κατά την περίοδο της αποκατάστασης, εφαρμόζονται νέες τεχνικές για την ενίσχυση των κατασκευών, αλλά κυρίως ακολουθούνται τα πρότυπα που ήταν ήδη διαμορφωμένα πριν την καταστροφή (Μπεριάτος και Δελλαδέτση, 2010· Menoni, 2001).



Εικόνα 5- Πυρκαγιά μετά από σεισμό Kobe Ιαπωνίας
Πηγή: <http://www.elekkas.gr>

Η στέγαση των κατοίκων γίνεται σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης. Έτσι, μετά το σεισμό, ένας μεγάλος αριθμός κατοίκων μεταφέρεται σε κέντρα εκκένωσης, που δημιουργούνται σε σχολεία, διαφόρων τύπων δημόσια κτίρια αλλά και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Στο Κόμπε δημιουργούνται 599 τέτοια κέντρα που στεγάζουν 220.000 κατοίκους. Ταυτόχρονα, αρχίζει η ανοικοδόμηση των προσωρινών καταλυμάτων στα προάστια του Κόμπε σύμφωνα με το Διάταγμα Αποκατάστασης μετά από Καταστροφή, το οποίο ισχύει στην Ιαπωνία από το 1947, ενώ μέχρι τον Αύγουστο, ολοκληρώνεται η προγραμματισμένη κατασκευή 48.300 καταλυμάτων. Τον Ιούλιο του 1995 ανακοινώνεται το τριετές Σχέδιο Οικιστικής Αποκατάστασης για την παροχή νέων μόνιμων κατοικιών για τη στέγαση των σεισμόπληκτων κατοίκων του Κόμπε. Το Σχέδιο αυτό αναθεωρείται τον επόμενο χρόνο αφού ο αριθμός των οικιστικών μονάδων κάλυπτε μόνο το 60 % της ζήτησης, ενώ τελικά μέχρι τον Νοέμβριο του 2003 κατασκευάζονται περίπου 200.000 κατοικίες - οι περισσότερες στα προάστια του Κόμπε - αριθμός κατά πολύ μεγαλύτερος από τους στόχους του αρχικού σχεδίου (Hirayama, 1999).

Το 1998, τρία χρόνια μετά το σεισμό προτείνεται το Σχέδιο Αποκατάστασης των Πολιτών του Κόμπε, με στόχο την επαναφορά της ζωής και της ευημερίας των σεισμόπληκτων στα προ της καταστροφής επίπεδα. Σε αυτό το σχέδιο δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον εκσυγχρονισμό του συστήματος υγείας, στην αντιμετώπιση των στεγαστικών αναγκών και της ανεργίας, στην ενδυνάμωση των κοινωνικών δεσμών των πολιτών και στη δημιουργία ενός ασφαλούς και βιώσιμου περιβάλλοντος. Σημαντική επίσης, κρίνεται και η

συνεισφορά των εθελοντών στις προσπάθειες ανακούφισης των πληγέντων (Μπεριάτος και Δελλαδέτση, 2010).

Παράλληλα με τη στέγαση των κατοίκων, οι τοπικές αρχές και η κυβέρνηση αντιλαμβάνονται πως η επαναλειτουργία των επιχειρήσεων θα τονώσει την τοπική οικονομία και θα διευκολύνει την ανασύνταξη και την επανασυσπείρωση των τοπικών κοινωνιών. Το γεγονός αυτό, οδηγεί στην ανακοίνωση νέων μέτρων που ευνοούν τη λειτουργία τους και τα οποία περιλαμβάνουν τη χορήγηση άτοκων δανείων σε εμπόρους και επιχειρηματίες, αλλά και επιδοτήσεις για τη δημιουργία προσωρινών συνεταιριστικών καταστημάτων (Μπεριάτος και Δελλαδέτση, 2010).

β) Επιπτώσεις στο σχεδιασμό προστασίας - πρόληψης

Ο σεισμός του Κόμπε αφυπνίζει τις ιαπωνικές αρχές ΠΠ. Έτσι, η κυβέρνηση τροποποιεί τις πολιτικές απόκρισης σε κατάσταση κρίσης και οι Δυνάμεις ΠΠ αποκτούν πλέον αυτόματη εξουσιοδότηση για κινητοποίηση, στην περίπτωση μεγάλου σεισμού. Επιπλέον, ο σεισμός οδηγεί στη ριζική αλλαγή του Ιαπωνικού Αντισεισμικού Σχεδιασμού, αφού διαχωρίζει την ιαπωνική σεισμολογία και την αντισεισμική τεχνική σε προ και μετά Κόμπε εποχή (Μπεριάτος και Δελλαδέτση 2010· Αναστασιάδης, 1999).

Ειδικότερα, τα τελευταία χρόνια η τοπική κυβέρνηση επενδύει μεγάλα ποσά για την κατασκευή αντισεισμικών χώρων καταφυγής, σε δημόσια πάρκα, με αποθήκες τροφίμων και υπόγειες δεξαμενές νερού, για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων τις πρώτες ημέρες μετά το σεισμό. Επίσης, η κυβέρνηση προβαίνει στο σχεδιασμό ειδικών εξόδων διαφυγής από τους μεγάλους οδικούς άξονες, στη διαπλάτυνση μικρών οδών και στη δημιουργία ανοιχτών χώρων, καθώς και στην ενίσχυση των θεμελίων των μεγάλων συγκροτημάτων κατοικιών και γραφείων με ειδικά υλικά, που απορροφούν τους κραδασμούς και μειώνουν την ταλάντωση. Προκειμένου να θωρακιστεί η πόλη απέναντι στον κίνδυνο πυρκαγιάς, βελτιώνεται η λειτουργία του αντιπυρικού συστήματος μέσω της ενίσχυσης της με υλικοτεχνικό εξοπλισμό και ανθρώπινο δυναμικό. Τέλος, η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αποδεικνύεται ιδιαίτερα σημαντική, αφού διευρύνει τη διεπιστημονική και τη διαπολιτισμική συνιστώσα του πολεοδομικού σχεδιασμού ενσωματώνοντας στον τελευταίο νέα δεδομένα, ο συνδυασμός των οποίων οδηγεί στη δημιουργία δυναμικών χαρτών ασφαλείας αλλά και νέων σχεδιαστικών ιδεών (Μπεριάτος και Δελλαδέτση 2010· Japan Echo Inc, 1998· Tanaka et.al., 2009).

Σήμερα, 20 χρόνια μετά τον σεισμό στο Κόμπε, οι υποδομές έχουν ανακατασκευαστεί, νέα τεχνικά έργα έχουν κάνει την εμφάνισή τους σε κάθε σημείο της πόλης, η στεγαστική αποκατάσταση των σεισμόπληκτων αν και καθυστέρησε έχει ολοκληρωθεί και στη ζωή των κατοίκων έχει επέλθει κάποιου είδους ισορροπία, οδηγώντας στο συμπέρασμα πως η διαχείριση της φυσικής καταστροφής ήταν επιτυχημένη. Ωστόσο, η εμπειρία του Κόμπε αποτελεί και αρνητικό παράδειγμα ως προς τον τρόπο διαχείρισης του σεισμικού φαινομένου 'λόγω της ανεπάρκειας και της αστοχίας των ιδιαίτερα εκτιμημένων ορθολογικών ιαπωνικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης και συστημάτων προστασίας, αλλά και λόγω της έμφασης που δόθηκε στην τεχνική - ποσοτική λογική, υποβαθμίζοντας τις κοινωνικές - οικονομικές προεκτάσεις ως προς τη ζωή των κατοίκων του μητροπολιτικού συγκροτήματος' (Μπεριάτος και Δελλαδέτσημας, 2010).

Εικόνα 6 – Η πόλη του Kobe σήμερα



Πηγή: <http://en.wikipedia.org/>

4.ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια οι ανθρώπινες δραστηριότητες (εμπορικές, βιομηχανικές, τουριστικές, νέα μεγάλα έργα, νέες ενεργειακές παροχές, χώροι συγκέντρωσης πολλών ανθρώπων κ.λπ.) συνεχώς αυξάνονται όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά γενικά σε παγκόσμιο επίπεδο. Έτσι οδηγούμαστε σε αύξηση των κτιριακών εγκαταστάσεων, αλλά και της συνολικής οικονομικής αξίας, που τίθενται σε κίνδυνο σε περίπτωση φυσικής καταστροφής. Συνεπώς η ανάγκη για πολιτική προστασία κρίνεται απαραίτητη (Παυλίδης και Πεφτιτσέλη, 2000).

Στόχος της πολιτικής προστασίας είναι η διασφάλιση της υγείας και της περιουσίας των πολιτών από τις φυσικές, τεχνολογικές και λοιπές καταστροφές που προκαλούν έκτακτες ανάγκες σε περιόδους ειρήνης. Η προστασία αυτή είναι συνήθως κρατική ευθύνη και παρέχεται ανάλογα με το πόσο ανεπτυγμένη είναι κάθε χώρα στον τομέα αυτό. Ο σχεδιασμός, η οργάνωση, οι συντονισμένες δράσεις, η αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού αλλά και κάθε δυνατού δημόσιου ή ιδιωτικού μέσου αποτελούν συνιστώσες της εξίσωσης με στόχο την αποτελεσματική διαχείριση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών (Παντζαρτζή 2010· Παπαδόπουλος 2000· Παυλίδης και Πεφτιτσέλη 2000).

Το σύστημα πολιτικής προστασίας εμφανίζεται στην Ελλάδα μετά το τέλος του Β παγκοσμίου πολέμου, ως κομμάτι της πολιτικής άμυνας με στόχο την προστασία των πολιτών από ενδεχόμενο πόλεμο. Ωστόσο με την πάροδο του χρόνου όσο ο κίνδυνος για πόλεμο μειωνόταν ο κρατικός μηχανισμός προσανατολίζεται πια στις νέες ανάγκες του πληθυσμού, οι οποίες είναι απόρροια φυσικών καταστροφών που πλήττουν τη χώρα (Γκίκα, 2012).

Το 1974, θεμελιώνεται η Πολιτική Σχεδίαση Εκτάκτου Ανάγκης φορέας υπεύθυνος για τον προγραμματισμό, την οργάνωση και την κινητοποίηση των Πολιτικών Δυνάμεων με σκοπό είτε την επιβίωση σε περίοδο πολέμου, είτε την αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων σε περιόδους ειρήνης (Γκίκα, 2012· ΦΕΚ 236 Α / 1974).

Το 1995, θεσμοθετείται η πολιτική προστασία στην Ελλάδα σύμφωνα με τον Νόμο 2344 (ΦΕΚ 212 Α / 1995) “Οργάνωση Πολιτικής Προστασίας και άλλες διατάξεις”. Για πρώτη

φορά θεμελιώνονται έννοιες όπως έκτακτη ανάγκη, καταστροφή, δυνάμεις και όργανα πολιτικής προστασίας σε κεντρικό, περιφερειακό αλλά και τοπικό επίπεδο. Με σκοπό την διασφάλιση της ζωής και της περιουσίας των πολιτών από κάθε είδους καταστροφή με τον ίδιο νόμο δημιουργείται και η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (ΓΓΠΠ), με δραστηριότητες που στρέφονται γύρω από την πρόληψη και την διαχείριση καταστροφών (Μπαλούτσος, 2005· Παπαδόπουλος, 2000· Παυλίδης και Πεφτιτσέλη, 2000· ΦΕΚ 212 Α / 1995).

Στη συνέχεια επαναπροσδιορίζεται ο σκοπός της πολιτικής προστασίας (έννοιες, ορισμοί, μέσα, όργανα σχεδιασμού και εφαρμογής πολιτικής προστασίας) με μια σειρά νομοθετικών ρυθμίσεων όπως ο Νόμος 3013 (ΦΕΚ 102 Α / 2002) “Αναβάθμιση της Πολιτικής Προστασίας και άλλες διατάξεις” όπως αυτός συμπληρώνεται με τις διατάξεις του Νόμου 3536 (ΦΕΚ 42 Α / 2007) “Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης ” και ο Νόμος 3613 (ΦΕΚ 263 Α / 2007) “Ρυθμίσεις θεμάτων ανεξάρτητων αρχών και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών”. Επιπλέον τίθεται για πρώτη φορά το θέμα της οργανωμένης απομάκρυνσης των πολιτών από μία περιοχή για λόγους προστασίας της ζωής ή της υγείας τους από εξελισσόμενη ή από επικείμενη καταστροφή και εντάσσεται στις δράσεις της ΠΠ (Παντζαρτζή, 2010· ΦΕΚ 102 Α / 2002, ΦΕΚ 42 Α / 2007, ΦΕΚ 263 Α / 2007).

Το 2003, εγκρίνεται μέσω υπουργικής απόφασης (ΥΑ) ένα γενικό σχέδιο πολιτικής προστασίας για κάθε είδους καταστροφή με κωδικό όνομα «Ξενοκράτης» (ΦΕΚ 423 Β / 2003). Το σχέδιο το οποίο εξειδικεύεται στις ανάγκες για κάθε πρώην νομό της χώρας, ανάλογα με τους κινδύνους που ελλοχεύουν εκεί, αποτελεί απόρρητο σχέδιο σύμφωνα με το οποίο οι εμπλεκόμενοι φορείς καλούνται να συντάξουν σχέδια αντιμετώπισης (Παπαδόπουλος, 2000· Τάσος, 2001· ΦΕΚ 423 Β / 2003).

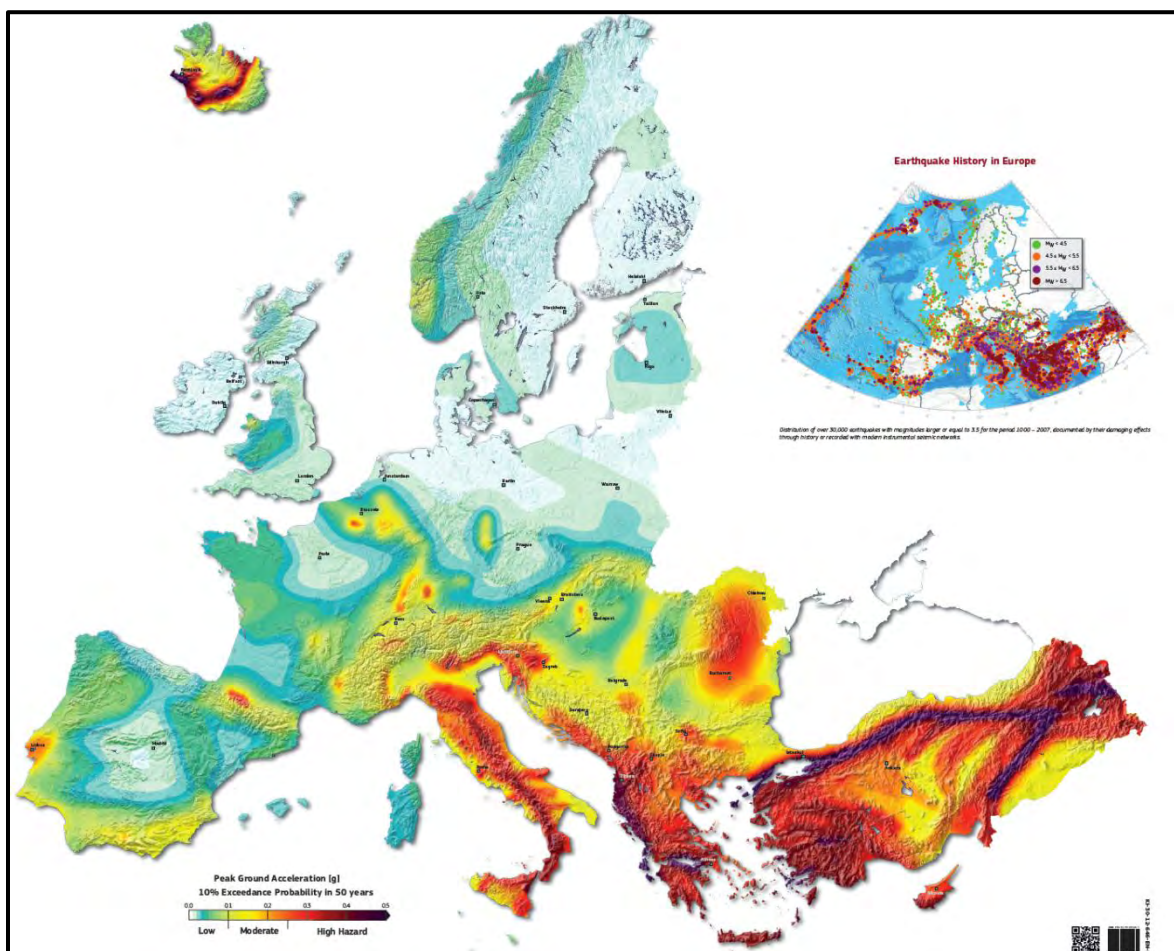
Τέλος, το 2009, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (ΓΓΠΠ) μεταφέρεται από το Υπουργείο Εσωτερικών στο Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα (ΠΔ) 184 (ΦΕΚ 213 Α / 2009). Κατόπιν από το 2012, η ΓΓΠΠ ανήκει πλέον στο Υπουργείο Δημόσιας Τάξης και Προστασίας του Πολίτη, όπως μετονομάζεται το Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη (ΠΔ 85 ΦΕΚ 141 Α / 2012) (ΦΕΚ 213 Α / 2009, ΦΕΚ 141 Α / 2012).

4.2 ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η χώρα μας κατέχει τα πρωτεία της πιο σεισμογενούς χώρας της Ευρώπης καθώς απαριθμεί στο ιστορικό της πληθώρα φυσικών καταστροφών από σεισμικές δονήσεις στο πέρασμα του χρόνου (Δημητριάδης κ.ά, 2002). Η έντονη αυτή σεισμικότητα οφείλεται στη γεωγραφική θέση της Ελλάδας η οποία βρίσκεται πάνω σε δευτερεύοντα παρακλάδια ενός ρήγματος που αναπτύσσεται κατά μήκος της Μεσογείου, χωρίζοντας τη λιθοσφαιρική πλάκα της Αφρικής από εκείνη της Ευρασίας (Ευρώπης και Ασίας). Οι σεισμοί αποτελούν το σημαντικότερο φυσικό κίνδυνο στη χώρα μας και για αυτό η μελέτη τους έχει μεγάλη ιστορία.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται αναλυτικά το σύνολο όλων των ισχυρών σεισμών στον ελλαδικό χώρο τα τελευταία 100 χρόνια (με μέγεθος πάνω από 5,8 της κλίμακας ρίχτερ).

Εικόνα 7- Σεισμικότητα της Ευρώπης



Πηγή: <http://www.share-eu.org/>

Πίνακας 1- Ισχυροί σεισμοί στον Ελλαδικό χώρο (1914-2015)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ (ΣΕ ΡΙΧΤΕΡ)	ΘΥΜΑΤΑ
27 Νοέμβρη 1914	Λευκάδα	6,3	16
26 Ιουνίου 1926	Ρόδος	8	12
22 Απριλίου 1928	Κόρινθος	6,3	20
26 Σεπτεμβρίου 1932	Ιερισσός	7	161
23 Απριλίου 1933	Κως	6,6	200
25 Φεβρουαρίου 1935	Κρήτη	7	8
22 Ιουλίου 1938	Ωρωπός	6	18
1 Μαρτίου 1941	Λάρισα	6,3	40
6 Οκτωβρίου 1947	Μεσσηνία	7	3
22 Απριλίου 1948	Λευκάδα	6,5	10
23 Ιουλίου 1949	Χίος	6,7	11
12 Αυγούστου 1953	Αργοστόλι	7,2	476
30 Απριλίου 1954	Σοφάδες	7	25
19 Απριλίου 1955	Βόλος	6,2	1
9 Ιουλίου 1956	Αμοργός	7,5	53
25 Απριλίου 1957	Ρόδος	7,2	18
9 Μαρτίου 1965	Αλόννησος	6,1	2
31 Μαρτίου 1965	Αγρίνιο	6,8	6
4 Απριλίου 1965	Αρκαδία	6,1	18
6 Ιουλίου 1965	Κορινθιακός κόλπος	6,3	1
5 Φεβρουαρίου 1966	λίμνη Κρεμαστών	6,2	1
29 Οκτωβρίου 1966	Κατούνα Αιτωλοακαρνανίας	6	1
1 Μαΐου 1967	Δροσοπηγή Ιωαννίνων	6,4	9
19 Φεβρουαρίου 1968	Άγιος ευστράτιος	7,1	20
22 Ιουνίου 1978	Θεσσαλονίκη	6,5	45
24 Φεβρουαρίου 1981	Αλκυονίδες	6,7	20
13 Σεπτεμβρίου 1986	Καλαμάτα	6	20
15 Ιουνίου 1995	Αίγιο	6,1	26
7 Σεπτεμβρίου 1999	Πάρνηθα	5,9	143
8 Ιουνίου 2008	Ανδραβίδα	6,5	2

Πηγή: www.oasp.gr, ίδια επεξεργασία

4.2.1 ΠΡΟΛΗΨΗ

Βασικά εργαλεία για τη μείωση της σεισμικής επικινδυνότητας αποτελούν οι παρακάτω οικοδομικοί κανονισμοί, επιπλέον, όπως ο Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος, ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος, ο Κανονισμός Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος, οι Ευρωκώδικες, ο Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός, ο Κτιριοδομικός Κανονισμός και ιδίως, ο Αντισεισμικός Κανονισμός (Σαπουντζάκη, 2007), ομοίως ισχύει και για τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (NOK 2012).

Ο Αντισεισμικός Κανονισμός (ΑΚ) αποτελεί θεμελιώδη θεσμό στην αντισεισμική προστασία της χώρας. Στόχος κάθε ΑΚ είναι μέσα από συστηματοποιημένες τεχνικές διατάξεις να εξασφαλίζει τη δόμηση ανθεκτικών, στις σεισμικές δονήσεις, κατασκευών ώστε να δημιουργούνται διορθώσιμες βλάβες στον κύριο ιστό του κτηρίου (σε περίπτωση ισχυρής δόνησης) και να εξαλείψουν τις βλάβες από σεισμούς μικρότερης έντασης που αποτελούν συχνότερο φαινόμενο (Λέκκας, 1996· Παπαδόπουλος, 2000).

Ο πρώτος ΑΚ θεσμοθετείται στην Ελλάδα το 1959 και τροποποιείται το 1984. Αργότερα το 1992 ψηφίζεται ο Νέος Αντισεισμικός Κανονισμός (NEAK), ο οποίος και αφομοιώνει τη νέα αντισεισμική τεχνολογία και επιστημονική γνώση, και τίθεται πλήρως σε εφαρμογή το 1995. Σήμερα ισχύει ο αντισεισμικός κανονισμός του 2000 και η εφαρμογή του είναι υποχρεωτική σε κάθε νέα κατασκευή ή προσθήκη (Λέκκας, 1996· Παπαδόπουλος, 2000· Παυλίδης και Πεφτιτσέλη, 2000).

Όσον αφορά στην πολεοδομική και χωροταξική κλίμακα, ο κρατικός μηχανισμός υστερεί. Μόλις το 1998 γίνεται υποχρεωτική η σύνταξη γεωλογικών μελετών στις υπό πολεοδόμηση περιοχές με στόχο να κριθεί η γεωλογική καταλληλότητα. Έτσι μέσα από την εξέταση των φυσικών και ανθρωπογενών κινδύνων μπορούν να χαραχτούν στην περιοχή ζώνες κατάλληλες ή κατάλληλες υπό προϋποθέσεις ή ακατάλληλες για ανοικοδόμηση (Σαπουντζάκη, 2007).

4.2.2 ΑΝΑΚΑΜΨΗ

Το 1979, σύμφωνα με το Νόμο 867 (ΦΕΚ 24 Α / 1979) θεσμοθετείται σχέδιο αποκατάστασης σεισμοπλήκτων που ισχύει μέχρι και σήμερα. Το σχέδιο περιλαμβάνει μια σειρά από οδηγίες και μέτρα όπως η ένταξη της πληγείσας περιοχής στις σεισμόπληκτες περιοχές, η σύσταση νέων τεχνικών και οικονομικών μέτρων και η δημιουργία φορέων για την υποστήριξη της ανάκαμψης της (σε κεντρικό επίπεδο η Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμόπληκτων Βορείου Ελλάδος (ΥΑΣΒΕ) και η Υπηρεσία Αποκατάστασης

Σεισμόπληκτων (ΥΑΣ) και στη σεισμόπληκτη περιοχή ο Τομέας Αποκατάστασης Σεισμόπληκτων (ΤΑΣ)). Πιο συγκεκριμένα τέτοια μέτρα αποτελούν η αποτίμηση και κατηγοριοποίηση των βλαβών, η έκδοση οδηγιών και προδιαγραφών για την επισκευή σεισμόπληκτων κτιρίων, η αδειοδότηση επισκευής, οι έλεγχοι κατά την εκτέλεση των εργασιών, η εγκατάσταση μονάδων και οικισμών προσωρινής στέγασης και τα στεγαστικά προγράμματα. Επιπλέον στα οικονομικά μέτρα ανήκουν η χρηματοδότηση έργων υποδομής, η καταβολή επιδότησης στους αστέγους για προσωρινή στέγη και η οικονομική ενίσχυση ιδιοκτητών για επισκευή ή ανακατασκευή κτιρίου τους (Bolt et.al., 1991· Σαπουντζάκη, 2007· ΦΕΚ 24 Α / 1979).

4.3. ΦΟΡΕΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

4.3.1 ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΘΝΙΚΟΥ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

Από το 1983, το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (ΓΙ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών αποτελεί το σειсмоγραφικό φορέα της χώρας, με μεγάλη εμπειρία στην καταγραφή και ανάλυση των σεισμικών δονήσεων στην Ελλάδα. Μέσα στις αρμοδιότητές του είναι η πραγματοποίηση βασικών ερευνών, η εκπροσώπηση της χώρας σε διεθνείς οργανισμούς, η αποστολή επιστημονικών δεδομένων σε διεθνή σειсмоγραφικά κέντρα, η συμμετοχή σε διεθνή σειсмоγραφικά δίκτυα, η οργάνωση ποικιλίας επιστημονικών εκδηλώσεων και φυσικά η ενημέρωση της πολιτείας και της κοινής γνώμης (Παπαδόπουλος, 2000).

4.3.2. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Το 1979, ιδρύεται στη Θεσσαλονίκη το Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ). Κύριος στόχος του ινστιτούτου είναι η διεξαγωγή εφαρμοσμένων ερευνών στους τομείς της τεχνικής σεισμολογίας και των αντισεισμικών κατασκευών και η ανάπτυξη τεχνολογίας για την ελαχιστοποίηση των συνεπειών των σεισμών (Παυλίδης και Πεφτιτσέλη, 2000).

4.3.3 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Το 1983, ιδρύεται ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) ο οποίος είναι ο υπεύθυνος κρατικός φορέας για την αντισεισμική προστασία. Κύρια αρμοδιότητα του οργανισμού είναι ο σχεδιασμός της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας, σύμφωνα με τις κυβερνητικές κατευθύνσεις. Επιπλέον οφείλει να συντονίζει τις ενέργειες του δημόσιου και ιδιωτικού δυναμικού για την εφαρμογή της αντισεισμικής πολιτικής. Ο ΟΑΣΠ για την επίτευξη του σκοπού του αναλαμβάνει έργο συντονιστή, συντάσσει τα

απαιτούμενα προγράμματα, δίνει κατευθύνσεις και συντονίζει το έργο της αντισεισμικής άμυνας της χώρας σε όλες τις φάσεις του κύκλου της καταστροφής (Bolt et.al., 1991· ΦΕΚ 52 Α / 1983).

4.3.4. ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Το 1985, γίνεται η πρώτη προσπάθεια συγκρότησης μιας ειδικής επιτροπής για την εξέταση των προγνώσεων ΒΑΝ δηλαδή πρόγνωση σεισμών με σεισμικά ηλεκτρικά κύματα (Παπαδόπουλος, 2000) από το τότε Υπουργείο Δημοσίων Έργων (σημερινό Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων). Αρμοδιότητα της επιτροπής είναι η αξιολόγηση των προγνώσεων με σκοπό τον εφοδιασμό των αρμόδιων υπηρεσιών με έγκυρες επιστημονικές γνώμες για πιθανή λήψη προληπτικών μέτρων. Η δημιουργία και ο τρόπος λειτουργίας της επιτροπής οδηγούν σε αποτυχία και έτσι το 1992 γίνεται νέα προσπάθεια. Όμως και αυτή η προσπάθεια θα χαρακτηριστεί σαν αποτυχημένη, οπότε το 1995 γίνεται για ακόμα μια φορά μια εκ νέου προσπάθεια. Το 1999, σε αυτή τη νέα επιτροπή που επονομάστηκε Επιτροπή Εκτίμησης Σεισμικού Κινδύνου (ΕΕΣΚ) προστίθενται νέα μέλη, με αμφιλεγόμενα κριτήρια και προκύπτει το συμπέρασμα ότι στόχος ήταν η τακτοποίηση προσώπων και όχι η στελέχωση με εξειδικευμένα μέλη (Παπαδόπουλος, 2000).

4.3.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ

Το 1987, στα πλαίσια της Ανοιχτής Μερικής Συμφωνίας του Συμβουλίου της Ευρώπης, λειτουργεί το Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Πρόγνωσης των Σεισμών (ΕΚΠΠΣ) με έδρα την Αθήνα. Το ΕΚΠΠΣ δεν αποτελεί ανεξάρτητο οργανισμό αλλά συλλειτουργεί με τον ΟΑΣΠ, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μη δρα αυτόνομα αλλά να επηρεάζεται από τον ΟΑΣΠ σε διοικητικά, οικονομικά ακόμα και επιστημονικά θέματα. (Παπαδόπουλος, 2000).

Έκτος από τους προαναφερόμενους βασικούς φορείς αντισεισμικής προστασίας υπάρχουν και κάποιοι άλλοι φορείς που σχετίζονται με αυτήν. Αυτοί είναι οι εξής:

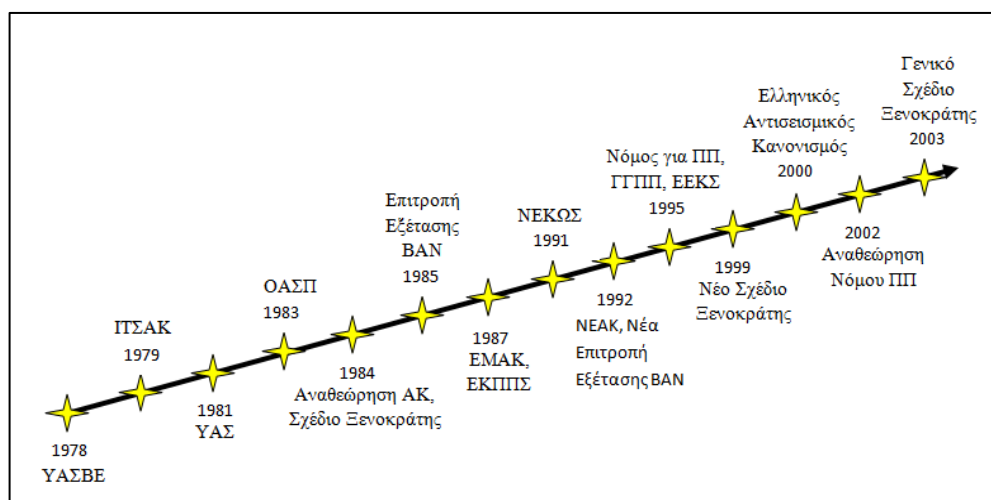
- ❖ Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ), η οποία είναι υπεύθυνη για τη συνεχή παρακολούθηση της καιρικής κατάστασης της χώρας και την έκδοση τακτικών ή εκτάκτων δελτίων καιρού.
- ❖ Το Πυροσβεστικό Σώμα (ΠΣ), που προσφέρει πολύτιμο έργο στη διάσωση ανθρώπων, που κινδυνεύουν από φαινόμενα όπως τους σεισμούς. ‘Ρόλο - κλειδί

στο έργο των διασώσεων παίζει η Ειδική Μονάδα Αντιμετώπισης Καταστροφών (ΕΜΑΚ), που δημιουργείται το 1987.

- ❖ Το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (ΕΚΑΒ), το οποίο προσφέρει σημαντικές κοινωνικές υπηρεσίες, καθώς η αποστολή του είναι η διαφύλαξη της ανθρώπινης ζωής.
 - ❖ Ο Ελληνικός Ερυθρός Σταυρός (ΕΕΣ) που δραστηριοποιείται και προσφέρει σημαντική βοήθεια σε σεισμόπληκτες περιοχές.
 - ❖ Η Γεωδαιτική και Γεωφυσική Επιτροπή του Κράτους (ΓΓΕΚ), η οποία αποτελεί τον επίσημο εκπρόσωπο της χώρας στην Διεθνή Ένωση Γεωδαισίας και Γεωφυσικής (International Union of Geodesy and Geophysics IUGG), ο οποίος έχει συμβάλει στο συντονισμό κυρίως ερευνητικών δραστηριοτήτων.
 - ❖ Η Εθνική Επιτροπή Διεθνούς Δεκαετία για τη Μείωση των Καταστροφών (International Decade for Natural Disaster Reduction IDNDR), η οποία από το 1992 διαθέτει ένα πρόσωπο, σημείο επαφής με την Ελλάδα, αλλά δεν έχει δείξει, έως τώρα, αξιόλογη δραστηριότητα.
 - ❖ Οι Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις και οι Ομάδες Εθελοντών.
- (Παπαδόπουλος, 2000)

Τέλος παρουσιάζονται συνοπτικά σε χρονοδιάγραμμα η εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου πολιτικής και αντισεισμικής προστασίας στην Ελλάδα στις χρονολογίες σταθμούς.

Διάγραμμα 1- Η εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου πολιτικής και αντισεισμικής προστασίας στην Ελλάδα



Πηγή: ίδια επεξεργασία

ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ

5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Η εφαρμογή των Γ.Σ.Π. τόσο σε ελληνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο δεν έχει μείνει φυσικά μόνο σε θεωρητικές βάσεις. Στις περισσότερες τεχνολογικά ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου αποτελούν ένα σημαντικότερο εργαλείο αντιμετώπισης προβλημάτων και μεγάλων καταστροφών οποιασδήποτε μορφής. Η αντιμετώπιση των συνεπειών από ενδεχόμενο ισχυρό σεισμικό συμβάν σε περιοχές πυκνής δόμησης βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στην κατάλληλη πληροφόρηση και προετοιμασία τόσο των φορέων διαχείρισης του σεισμικού κινδύνου όσο και του πληθυσμού. Η άμεση αντίδραση μετά την εμφάνιση έκτακτων καταστάσεων, αποτελεί κρίσιμο σημείο για τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως η αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων έχει απασχολήσει επί μακρόν την επιστημονική κοινότητα παγκοσμίως. Ειδικότερα, προγράμματα για την αντιμετώπιση των σεισμών έχουν αναπτυχθεί στις χώρες που έχουν αντιμετωπίσει στο παρελθόν μεγάλες καταστροφές και συνειδητοποίησαν την ανάγκη μιας οργανωμένης προσπάθειας για την αντιμετώπιση των συνεπειών τους. Παρακάτω στο κεφάλαιο 5.1 αναφέρονται περιληπτικά κάποια προγράμματα που έχουν δημιουργηθεί σε διάφορες χώρες του κόσμου για το σκοπό αυτό και αναδεικνύουν τη σοβαρότητα των Γ.Σ.Π. στον τομέα της αντιμετώπισης προβλημάτων τέτοιας φύσης (Κουτσόπουλος και Φώτης, 2007). Ενώ στη συνέχεια στο 5.2 γίνεται αναφορά στην ελληνική βιβλιογραφία που ασχολείται με την εκκένωση μετά από σεισμό ή και από άλλες φυσικές καταστροφές όπως κύματα βαρύτητας (τσουνάμι).

5.1 ΤΥΠΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΞΕΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Το πρόγραμμα HAZUS έχει αναπτυχθεί στις Η.Π.Α. σαν αποτέλεσμα της συνεργασίας της FEMA (Federal Emergency Management Agency - Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Αντιμετώπισης Επειγόντων Περιστατικών) και του NIBS (National Institute of Building Sciences - Εθνικό Ινστιτούτο Οικοδομικών Επιστημών). Περιλαμβάνει μια καθορισμένη

μεθοδολογία πρόβλεψης απωλειών λόγω σεισμού, η οποία έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί με τον ίδιο τρόπο σε ολόκληρη την έκταση των Ηνωμένων Πολιτειών. Το πρόγραμμα αυτό λειτουργεί στην πλατφόρμα των Γ.Σ.Π. και σε περιβάλλον MapInfo ή ArcView. Έχει τη δυνατότητα να παράγει προβλέψεις απωλειών οι οποίες υπολογίζουν πιθανές ζημιές σε κτίρια, ενδεχόμενες απώλειες ανθρώπινων ζωών, τις ανάγκες που δημιουργήθηκαν λόγω σεισμού για προσωρινά καταφύγια, τα ερείπια που δημιουργήθηκαν και τις έμμεσες και άμεσες οικονομικές απώλειες από το σεισμό. Το ίδιο πρόγραμμα έχει ήδη αρχίσει να αναπτύσσεται για να βρει εφαρμογή και στην αντιμετώπιση πλημμύρων ή τυφώνων (Κουτσόπουλος και Φώτης, 2007).

Γενικά, το πρόγραμμα HAZUS μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τρία επίπεδα:

- ❖ Στο πρώτο επίπεδο χρησιμοποιεί ήδη υπάρχοντα στοιχεία για να δημιουργήσει μια γρήγορη εικόνα του είδους των ζημιών που μπορεί να προκαλέσει ένας ενδεχόμενος σεισμός. Χρησιμοποιούνται στοιχεία από εθνικές βάσεις δεδομένων στα οποία περιλαμβάνονται περιγραφή του γεωλογικού υποβάθρου, απογραφές κτιρίων και οικονομική δομή της περιοχής.
- ❖ Στο δεύτερο επίπεδο χρησιμοποιεί δεδομένα τα οποία τροποποιούνται ή εισάγονται από το χρήστη για να πετύχει πιο συγκεκριμένα αποτελέσματα. Για υπολογισμούς σε αυτό το επίπεδο ο χρήστης πρέπει να δώσει πληροφορίες όπως και παραπάνω αλλά με περισσότερες λεπτομέρειες, καθώς και στοιχεία για τις υπηρεσίες και τα μέσα συγκοινωνίας της περιοχής.
- ❖ Τέλος, στο τρίτο επίπεδο, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί πιο ειδικές τεχνικές για να μελετήσει ειδικές συνθήκες σε συγκεκριμένες τοποθεσίες όπως είναι πιθανή καταστροφή αγωγών νερού ή ανάλυση δικτύων για ηλεκτρικές γραμμές.

Το πρόγραμμα αυτό δεν κατασκευάστηκε απλώς μία φορά, αλλά συνεχώς αναβαθμίζεται, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι είναι προσιτό όχι μόνο σε όργανα της πολιτείας αλλά και σε απλούς ιδιώτες (Κουτσόπουλος και Φώτης, 2007).

Ένα άλλο πρόγραμμα που χρησιμοποιείται και πάλι στις ΗΠΑ, είναι το πρόγραμμα CUBE. Δημιουργήθηκε από τη συνεργασία του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Καλιφόρνιας και της Αμερικανικής Γεωλογικής Επιθεώρησης. Η ιδιωτική βιομηχανία και άλλες επίσημες υπηρεσίες συμμετέχουν συνεισφέροντας στο σχέδιο αυτό. Σκοπός του προγράμματος αυτού είναι να μεταδίδει την ώρα, το επίκεντρο και το μέγεθος ενός σεισμού μέσα σε τέσσερα λεπτά από την πραγματοποίησή του και εφαρμόζεται στην περιοχή της Νότιας

Καλιφόρνιας. Με την απόκτηση αξιόπιστων πληροφοριών για το σεισμό μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, είναι δυνατό να γίνει μια καλύτερη ταξινόμηση των απαραίτητων ενεργειών και να βρεθεί η σωστή προτεραιότητα για τις πιο κρίσιμες καταστάσεις, με βάση τις δυνατότητες που υπάρχουν στην περιοχή και τη σχετική θέση των διαφόρων υπηρεσιών από το επίκεντρο του σεισμού (Κουτσόπουλος και Φώτης, 2007).

Τα παραπάνω προγράμματα δεν είναι μοναδικά, μια άλλη λύση αποτελεί ένα μαθηματικό μοντέλο για την εκκένωση, όπου χρησιμοποιείται μια συνάρτηση, η οποία λαμβάνει υπόψη της τους κόμβους, τα τόξα, και τις ροές του πληθυσμού μέσα σ' ένα δίκτυο. Ως βέλτιστη λύση επιλέγεται η συντομότερη διαδρομή. Για την ρεαλιστικότερη απεικόνιση των δεδομένων της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε πλατφόρμα του ArcGIS. Με αποτέλεσμα την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής στο συντομότερο δυνατό χρόνο (Song et.al., 2010).

Η πλατφόρμα του ArcGIS, χρησιμοποιήθηκε και σε άλλη μελέτη, αλλά με την λειτουργία του Model Builder, για την απλούστευση της διαδικασίας εφαρμογής. Το Model Builder είναι μια εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθούν, να επεξεργαστούν και να διαχειριστούν τα μοντέλα. Μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως μια οπτική γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία ροών εργασίας (<http://resources.arcgis.com>). Στην μελέτη αυτή συσχετίστηκαν έξι χωρικές παράμετροι, για τη δημιουργία του μοντέλου. Ελήφθησαν υπόψη οι διαδρομές εκκένωσης, οι ελεύθεροι χώροι, τα νοσοκομεία, η αστυνομία, η πυροσβεστική και τα δίκτυα διανομών. Η σύνθεση όλων αυτών οδήγησε στη δημιουργία ενός δείκτη ασφαλείας για τους ελεύθερους χώρους συγκέντρωσης. Η συγκεκριμένη μελέτη δεν λάμβανε υπόψη της καθόλου τον πληθυσμό (Tai et.al., 2010b).

Πολυκριτηριακή ανάλυση, χρησιμοποιείται και σε άλλη εφαρμογή για την βελτιστοποίηση του σχεδίου εκκένωσης. Με τη χρήση του λογισμικού Matlab Matrix Laboratory (αποτελεί γλώσσα προγραμματισμού τέταρτης γενιάς και συνδέεται με προγράμματα γραμμένα σε άλλες γλώσσες όπως Java, Fortran, C, C++ [<http://www.mathworks.com>]) πραγματοποιείται επίλυση αλγορίθμων και τα αποτελέσματα του παρουσιάζονται σε περιβάλλον GIS. Η μελέτη αφορά ένα τμήμα της πόλης της Τεχεράνης λαμβάνοντας ως πληθυσμό 1000 άτομα (Saadatseresht et.al., 2009).

Σε άλλη περίπτωση, εξετάζεται η εκκένωση λόγω σεισμού στην πόλη της Σαγκάη κατά μήκος μεγάλου δρόμου. Επιλέγεται σενάριο εκκένωσης κατά τη διάρκεια της νύχτας. Υπολογίστηκε ότι στην περιοχή εξυπηρέτησης του συγκεκριμένου δρόμου, υπάρχουν

περισσότεροι από 69.000 κάτοικοι και γι αυτό η περιοχή επιλέχθηκε από τους μελετητές σαν μια τυπική περιοχή μελέτης. Τα δεδομένα για την ανάλυση προέκυψαν από αεροφωτογραφίες, στατιστικά στοιχεία και επιτόπου έρευνας. Κατόπιν θεωρήθηκαν κάποιες ακτίνες εξυπηρέτησης και με τη χρήση του Network Analyst βρέθηκαν οι περιοχές εξυπηρέτησης. Ως κέντρα ελήφθησαν οι εισοδοί – έξοδοι των χώρων καταφυγής. Η μέθοδος αυτή όμως είχε σαν αποτέλεσμα να υπερκαλυφθούν τα πιο κοντινά κέντρα και κάποια άλλα πιο απομακρυσμένα δεν είχαν φτάσει το μέγιστο της φέρουσας ικανότητάς τους (Mingwu, et.al., 2012).

Τέλος σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν και άλλες μέθοδοι της χωρικής ανάλυσης, όπως η χωρική αυτοσυσχέτιση με τη χρήση δεικτών είτε συνολικούς (MORAN I), είτε τοπικούς (LISA, Local Indicators spatial autocorrelation). Στην περίπτωση αυτή ελήφθησαν υπόψη 5 δείκτες. Οι δείκτες αυτοί είναι: α) η μικρότερη διαδρομή από μια ζώνη κατοικιών σε δρόμο με πλάτος μεγαλύτερο των 20 μ., β) η μικρότερη διαδρομή από ζώνη κατοικιών σε σταθμό πυροσβεστικής και δρόμο πλάτος μεγαλύτερο των 8 μ., γ) τη μικρότερη διαδρομή από ζώνη κατοικιών σε αστυνομικό τμήμα και δρόμο πλάτους μεγαλύτερου των 8 μ., δ) τη μικρότερη διαδρομή από ζώνη κατοικιών σε χώρο καταφυγής με πλάτος δρόμου μεγαλύτερο των 8 μ., ε) τη δημιουργία ζωνών σε πλάτος 1500 μ. σε κατοικημένη περιοχή. Γίνεται κατηγοριοποίηση από το 1-5 με το 1 να σημαίνει πολύ λίγα κτίρια. Ο έκτος δείκτης περιελάμβανε το εύρος της περιοχής εξυπηρέτησης του ελεύθερου χώρου, για ηλικίες κάτω των 15 και άνω των 65 (Tai et.al., 2010a).

5.2 ΤΥΠΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Με το ζήτημα της εκκένωσης μετά από σεισμική δόνηση με τη χρήση της ανάλυσης δικτύου ασχολήθηκαν οι Ταραμπάνης και Τσιωνάς το 1999. Η περιοχή μελέτης ήταν ένα τμήμα 1000 τ.μ. του δήμου Καλαμαριάς Θεσσαλονίκης. Τα πληθυσμιακά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν από τη διαθέσιμη επιφάνεια προς δόμηση, με τη χρήση του συντελεστή δόμησης της περιοχής. Σαν απαραίτητη επιφάνεια ανά άτομο θεωρήθηκαν τα 15 τ.μ. ενώ ο υποχρεωτικός ακάλυπτος χώρος των οικοδομικών τετραγώνων δεν ελήφθη υπόψη για τον υπολογισμό. Επιπλέον για τους χώρους καταφυγής εφαρμόστηκε η οδηγία του ΟΑΣΠ με απαίτηση 2 τ.μ. ανά άτομο. Οι κύριες παράμετροι του προβλήματος που αντιμετώπισαν, είχαν να κάνουν με τα εξής τρία στοιχεία :

- ❖ Την εγγύτητα του χώρου προς την οικία του ατόμου,
- ❖ Το βαθμό ασφάλειας του χώρου και
- ❖ Το γεγονός, αν ο χώρος είχε ήδη κορεστεί.

Για την κατανομή του πληθυσμού στο δίκτυο χρησιμοποιήθηκαν τα μήκη των πλευρών των οικοδομικών τετραγώνων και εξετάστηκαν διάφορες περιπτώσεις.

Ομοίως με στόχο την διαχείριση του πληθυσμού μετά από μια σεισμική καταστροφή, δημιουργήθηκε ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών σεισμικής διακινδύνευσης με την ονομασία GEM (Geographical information system Earthquake/emergency Management) που είχε ως στόχο να συμβάλει στην καλύτερη προετοιμασία των φορέων της πολιτείας και του γενικού πληθυσμού προσεισμικά για την αντιμετώπιση των συνεπειών από ισχυρό σεισμικό συμβάν αλλά και μετασεισμικά στη διαχείριση της κρίσης (Τσιωνάς κ.α., 2010).

Το σύστημα υλοποιήθηκε σε περιβάλλον GIS με τη χρήση εργαλείων CASE. Δομείται μέσω τεσσάρων σταδίων όπου περιλαμβάνεται η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, ο σχεδιασμός των επεμβάσεων που απαιτούνται, η ενημέρωση και λειτουργία μετά το συμβάν. Για τον υπολογισμό του πληθυσμού των οικοδομικών τετραγώνων πρώτη επιλογή είναι τα πληθυσμιακά στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ (δηλαδή στοιχεία απογραφής) σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Σε περίπτωση που τα στοιχεία αυτά δεν είναι διαθέσιμα για ολόκληρη την περιοχή, ή για τμήμα της περιοχής ή θεωρούνται αναχρονιστικά, τότε υπάρχουν άλλες αποδεκτές λύσεις όπως ο υπολογισμός του πληθυσμού μέσω σταθερότυπων από τη δόμηση (Τσιωνάς κ.α., 2010).

Η συνολική δόμηση ανά οικοδομικό τετράγωνο μπορεί να υπολογισθεί ως το γινόμενο του αριθμού των ορόφων και της καλυπτόμενης επιφάνειας των κατασκευών. Στην περίπτωση που ο αριθμός των ορόφων δεν είναι διαθέσιμος, η συνολική δομημένη επιφάνεια ανά οικοδομικό τετράγωνο υπολογίζεται ως γινόμενο του συντελεστή δόμησης και της κάλυψης των κτιρίων. Εάν ούτε η κάλυψη των κτιρίων αποτελεί διαθέσιμο στοιχείο λαμβάνεται υπόψη η επιτρεπόμενη κάλυψη ανά περιοχή. Τέλος εάν κανένα από τα παραπάνω δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα, τότε ο πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο μπορεί να προκύψει από τον συνολικό πληθυσμό του Ο.Τ.Α ως σταθμισμένος μέσος όρος, ως προς το εμβαδόν του κάθε οικοδομικού τετραγώνου (Τσιωνάς κ.α., 2010).

Σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την κατανομή του πληθυσμού στις επί μέρους περιοχές της πόλης θεωρείται η χρονική στιγμή στην διάρκεια του 24ώρου, ακόμα και η ημέρα της εβδομάδας και η εποχή του έτους, που θα εκδηλωθεί σεισμική δόνηση. Διότι ο πληθυσμός μετακινείται μέσα στον αστικό ιστό από την κατοικία του, στην εργασία του, σε χώρους αναψυχής, αθλητισμού και πολιτισμού, διαφορετικές ώρες και μέρες. Μέσα στο σύστημα προβλέπεται η αναγωγή του πληθυσμού σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με βάση τις χρήσεις γης κάθε οικοδομικού τετραγώνου. Για παράδειγμα, ένα οικοδομικό τετράγωνο με κυρίαρχη χρήση γης την κατοικία έχει μειωμένο πληθυσμό τις πρωινές ώρες, αυξημένο τις απογευματινές ώρες, και του σύνολο του πληθυσμού τις νυχτερινές ώρες. Οικοδομικά τετράγωνα με διαφορετικές χρήσεις γης θα έχουν διαφορετικό βαθμό πληρότητας τις ίδιες χρονικές στιγμές. Έτσι δημιουργούνται διαφορετικά σενάρια πληθυσμού ανάλογα με την ώρα της ημέρας και τον πληθυσμό κάθε οικοδομικού τετραγώνου (Τσιωνάς κ.α., 2010).

5.3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΤΗ ΦΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικά παραπάνω οι έκτακτες καταστάσεις είναι πιθανό να προκύψουν ανά πάσα στιγμή. Προκειμένου λοιπόν να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις από ένα τέτοιο γεγονός πρέπει να υπάρχει ένα σχέδιο διαχείρισης της κρίσης. Στο σημείο αυτό θα αναλυθεί τι πρέπει να περιλαμβάνει το σχέδιο διαχείρισης μιας έκτακτης κατάστασης.

Ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης μια έκτακτης κατάστασης αποτελεί στην ουσία ένα σχέδιο διαχείρισης μια κρίσης. Για την αποτελεσματική διαχείριση της κρίσης αναζητούνται τρόποι:

- ❖ για την μείωση του μεγέθους και των επιπτώσεων της κατάστασης,
- ❖ για τη βελτίωση της διαχείρισης των αντιδράσεων στις επιπτώσεις της κρίσης και
- ❖ για την έγκαιρη ανάκαμψη από τις επιπτώσεις.

Συνεπώς είναι φανερό πως το ζητούμενο σε μια τέτοια κατάσταση είναι αυτή να μη μετατραπεί σε κρίση. Χαρακτηριστικά μιας κρίσης αποτελούν ο περιορισμένος χρόνος αντίδρασης, η έλλειψη χρόνου για τη λήψη αποφάσεων και αυξημένες απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό και τεχνικό εξοπλισμό (Heath, 1998).

Οι κρίσιμες καταστάσεις δημιουργούν την ανάγκη για συλλογή ολοκληρωμένων και αξιόπιστων πληροφοριών, και σε αυτό το σημείο είναι αποτελεσματική η συμβολή των ΓΣΠ. Ο κύριος σκοπός για τον οποίο χρησιμοποιούμε τα ΓΣΠ είναι για να οπτικοποιήσουμε αποτελέσματα, να τα κάνουμε γρήγορα κατανοητά και απολύτως αντιληπτά. Για το λόγο αυτό τα ΓΣΠ διαδραματίζουν και πρόκειται να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και εξέλιξη αρκετών επιστημονικών πεδίων. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει πως θα πρέπει αυτά τα συστήματα να είναι πολύ αποτελεσματικά. Ένα ΓΣΠ για να είναι αποτελεσματικό πρέπει να στηρίζεται στις εξής βασικές αρχές (Κουτσόπουλος, 2005):

- ❖ Το σύστημα που θα αναπτυχθεί πρέπει να είναι χρήσιμο στους πολιτικούς υπεύθυνους που λαμβάνουν αποφάσεις, δηλαδή στους χρήστες.
- ❖ Οι τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων, πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στην τεχνογνωσία και γενικότερα στην υποδομή που υπάρχει.
- ❖ Το επίπεδο απόδοσης του συστήματος και κατ' επέκταση οι δυνατότητες του Η/Υ, να είναι σύμφωνα με τις ανάγκες και κυρίως τα οικονομικές δυνατότητες και την τεχνογνωσία.
- ❖ Οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, πρέπει να αναφέρονται ρητά και κατηγορηματικά σε κάθε επιλογή προγραμμάτων που βασίζονται στις πληροφορίες του ΓΣΠ.

Οι αρχές αυτές, που σχετίζονται μεταξύ τους με αμφίδρομες σχέσεις, καθορίζουν αφενός τα βασικά συστατικά μέρη ενός ΓΣΠ και αφετέρου τις διαδικασίες και τα στάδια δημιουργίας ενός κατάλληλου ΓΣΠ.

Είναι λοιπόν φανερό ότι τα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο σε πληθώρα εφαρμογών. Για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου υπεισέρχεται η παράμετρος του «χώρου», γίνεται η χρήση των ΓΣΠ. Για παράδειγμα σε ζητήματα χωροταξίας, αστικού σχεδιασμού, αστικής και περιφερειακής ανάλυσης και σχεδιασμού, διαχείρισης φυσικών πόρων, οικολογικών ερευνών, στο κτηματολόγιο, αλλά και στη διαχείριση εκτάκτων καταστάσεων, όπως προαναφέρθηκε.

Πιο αναλυτικά:

- ❖ Περιφερειακός προγραμματισμός και σχεδιασμός. Περιλαμβάνει τη χωρική ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, τη διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων και βάσεων κοινωνικοοικονομικών δεδομένων, επενδυτικά σχέδια και εναλλακτικές στρατηγικές, χωροθετήσεις – κατανομές οικονομικών δραστηριοτήτων, αξιολόγηση αναπτυξιακών προγραμμάτων και συστήματα λήψης αποφάσεων.
- ❖ Αστικός προγραμματισμός και σχεδιασμός. Περιλαμβάνει τη χωρική ανάλυση αστικών περιοχών, όπως Δήμων, Δημοτικών Ενοτήτων, Συνοικιών κλπ, τη διαχείριση ολοκληρωμένων προγραμμάτων αστικής ανάπτυξης, την εκπόνηση πολιτικών αναπλάσεων και πολιτικών χρήσεων γης, καθώς και τη δημιουργία και καθιέρωση κτηματολογίου.
- ❖ Συγκοινωνίες – μεταφορές. Περιλαμβάνεται η διαχείριση συστημάτων μεταφορών, η διαχείριση αστικών συγκοινωνιών και η πολιτική πρόληψης ατυχημάτων.
- ❖ Πολιτική προστασία. Περιλαμβάνει τις διαδικασίες αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων, με την καθιέρωση πολιτικών πρόληψης, την ελαχιστοποίηση διαδρομών των φορέων πολιτικής προστασίας(πυροσβεστική, αστυνομία, ΕΚΑΒ, κλπ) και μείωσης του κόστους και των συνεπειών από την εμφάνιση εκτάκτων καταστάσεων.

Πέραν των ανωτέρω αναφερομένων, υπάρχουν και πολλοί άλλοι τομείς που έχουν εφαρμογή τα ΓΣΠ, αλλά η αναφορά τους δεν κρίνεται αναγκαία στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Κλείνοντας, ως προς τη χρησιμότητα των συστημάτων αυτών και δεδομένης της συνθετότητας που παρουσιάζουν οι τομείς που προαναφέρθηκαν, αντιλαμβάνεται εύκολα κανείς πως τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν στην ενιαία καταγραφή, οργάνωση, διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων που συνθέτουν τα προβλήματα κάθε κοινωνικής δομής.

6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ

Με τον όρο **χώρο καταφυγής** εννοούμε τους ανοιχτούς ελεύθερους χώρους μέσα στην πόλη που αποσκοπούν στην ασφαλή εκτόνωση του πληθυσμού, που εκδηλώνεται σαν πρώτη αντίδραση σ' ένα σεισμικό γεγονός (Σαπουτζάκη, 2001). Θεωρητικά η κάθε κατηγορία των χώρων καταφυγής (εντός του αστικού ιστού και περιαστικοί), πρέπει να επαρκεί για το σύνολο του πληθυσμού του θεωρούμενου Δήμου. Προκειμένου να δημιουργηθεί ένα υλοποιήσιμο σχέδιο εκκένωσης πρέπει να μελετηθεί η επάρκεια και η καταλληλότητα των χώρων καταφυγής προσεισμικά. Σύμφωνα με τον αντισεισμικό κανονισμό (ΑΚ) η δυναμικότητα των διαθέσιμων χώρων καταφυγής εντός του αστικού ιστού υπολογίζεται με βάση την αναλογία των 2 τ.μ. ανά άτομο. Για τον υπολογισμό των «ενεργών επιφανειών» δηλαδή τις επιφάνειες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν από τον πληθυσμό μετά από ένα σεισμό, γίνονται αυτοψίες στους επιλεγμένους αρχικά χώρους και εξαιρούνται όσες δεν πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές ασφαλείας.

Εάν διαπιστωθεί πως η διαθέσιμη δυναμικότητα ελεύθερων χώρων εντός των πολεοδομικών ενοτήτων δεν επαρκεί, θα πρέπει να υπάρξει προσεισμικά πρόβλεψη για την εξεύρεση εναλλακτικών χώρων όπως για παράδειγμα περιαστικούς χώρους, που θα υιοθετηθούν ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Στο κεφάλαιο 7 θα αναλυθούν τα γενικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρούν οι χώροι καταφυγής και οι διαδικασίες εκκένωσης του πληθυσμού προς τους χώρους αυτούς.

6.1 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Οι φάσεις ανάπτυξης ενός σχεδίου αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης έχουν σαν κοινό χαρακτηριστικό ότι εξαρτώνται από δεδομένα και πληροφορίες οι οποίες προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Αυτό όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια αποτελεί κρίσιμο σημείο. Για να είναι αξιόπιστα τα αποτελέσματα πρέπει να εξασφαλίζεται η εγκυρότητα και η ακρίβεια των δεδομένων, που έχει στη διάθεσή του ο μελετητής που θα ασχοληθεί με τη διαχείριση μιας έκτακτης κατάστασης. Η ύπαρξη ενός ΓΣΠ που έχει δημιουργηθεί με στόχο την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων μπορεί να αποτελέσει το εργαλείο που με τους κατάλληλους χειρισμούς θα οδηγήσει στην ορθή αντιμετώπιση (Burrough and MacDonnell, 1998· Κουτσόπουλος, 2005).

Τα ΓΣΠ αποτελούν ένα σύνολο από τρία βασικά συστατικά μέρη, τα οποία είναι απολύτως αλληλένδετα μεταξύ τους. Αυτά είναι η υλικοτεχνική υποδομή (hardware), το λογισμικό εφαρμογής (software) και ένα σύνολο διαθεσίμων (resource ware).

Η υλικοτεχνική υποδομή αποτελείται από τρία μέρη: την κεντρική μονάδα (CPU), τα περιφερειακά και το τερματικό (VDU). Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας ενός ΓΣΠ δε διαφέρει σε τίποτα από αυτήν οποιουδήποτε άλλου γενικής χρήσης συστήματος πληροφοριών. Βασικά χαρακτηριστικά της είναι το λειτουργικό σύστημα, η μνήμη και η ταχύτητα επεξεργασίας. Τα περιφερειακά διακρίνονται σε εισόδου που επιτρέπουν την είσοδο στοιχείων (ψηφιοποιητές, σαρωτές κλπ), εξόδου που χρησιμεύουν στην απεικόνιση των στοιχείων (σχεδιογράφοι, εκτυπωτές κλπ) και περιφερειακά διαχείρισης που βοηθούν στην αποθήκευση και τη διαχείριση των στοιχείων (εξωτερικοί δίσκοι αποθήκευσης κλπ) (Burrough and MacDonald, 1998· Κουτσόπουλος, 2005).

Το λογισμικό ενός ΓΣΠ μπορεί να περιλαμβάνει επί μέρους υποσυστήματα. Τέτοια είναι (Burrough and MacDonald, 1998· Κουτσόπουλος, 2005):

- ❖ Λογισμικό Εισαγωγής και Επαλήθευσης Στοιχείων.
- ❖ Λογισμικό Αποθήκευσης και Διαχείρισης Στοιχείων.
- ❖ Λογισμικό Μετασχηματισμού Στοιχείων.
- ❖ Λογισμικό Παρουσίασης.
- ❖ Λογισμικό Αναζητήσεων.
- ❖ Λογισμικό Ανάλυσης χώρου.

Με τη χρήση ενός ΓΣΠ συλλέγονται τα δεδομένα, οργανώνονται και παρουσιάζονται με μια λογική, ώστε να επιτρέπουν στον χρήστη να βρίσκει απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με τη λήψη αποφάσεων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί εδώ πως τα περισσότερα δεδομένα και πληροφορίες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων έχουν χωρικό χαρακτήρα. Εξαιτίας λοιπόν αυτής της χωρικής τους διάστασης είναι εύκολο να απεικονισθούν σε χάρτες.

Σύμφωνα με τον Johnson (2000), οι διαδικασίες διαχείρισης μια έκτακτης κατάστασης επικεντρώνονται σε τρεις πρωταρχικούς στόχους. Αυτοί είναι, η προστασία της ανθρώπινης ζωής, της περιουσίας και του περιβάλλοντος. Για την επίτευξη των στόχων αυτών ακολουθούνται οι παρακάτω διαδικασίες:

Σχεδιασμός: η εκπόνηση των σχεδίων διαχείρισης έκτακτων καταστάσεων ξεκινά με τον εντοπισμό των προβλημάτων που ενδέχεται να προκύψουν και χρήζουν αντιμετώπισης μετά την εκδήλωση της έκτακτης κατάστασης. Χρησιμοποιώντας τα ΓΣΠ οι αρμόδιοι είναι σε θέση να επισημάνουν και να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις των πιθανών σεναρίων εμφάνισης μιας έκτακτης κατάστασης. Για τη διευκόλυνση των υπευθύνων στη δημιουργία ρεαλιστικών σχεδίων αντιμετώπισης, οι πιθανοί κίνδυνοι (σεισμός, πλημμύρα κ.ά.) είναι καλό να απεικονίζονται σε χάρτες μαζί με άλλα δεδομένα (όπως δρόμους, δίκτυα μεταφοράς ενέργειας, κτίρια κ.ά.). Επιπλέον δουλεύοντας σε ένα ΓΣΠ είναι εύκολο να γίνουν διορθώσεις και τροποποιήσεις ανάλογα με την πορεία της εξέλιξης του φαινομένου. Συνεπώς είναι φανερό ότι υπάρχει η δυνατότητα διεξοδικής ανάλυσης και σχεδιασμού σε προκαταστροφικό επίπεδο (Johnson, 2000).

Μείωση – μετρίαση: Με τον εντοπισμό και την αναγνώριση πιθανών καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, οι διαδικασίες μείωσης και μετριασμού των πιθανών συνεπειών πρέπει να καθορισθούν και ιεραρχηθούν. Στην περίπτωση εμφάνισης ενός σεισμού, θα πρέπει να έχουν εντοπιστεί ποιες κατασκευές βρίσκονται σε ζώνη επιρροής πιθανών ρηγμάτων. Οι παραπάνω διαδικασίες είναι εύκολο να υλοποιηθούν και να απεικονισθούν σε ένα ΓΣΠ. Άρα είναι φανερό πως με τα ΓΣΠ είναι εφικτό να μετριάσουμε τις συνέπειες από την εμφάνιση ενός φαινομένου πριν καν εμφανισθεί, προστατεύοντας έτσι πιο αποτελεσματικά τις ανθρώπινες ζωές αλλά και τις περιουσίες (Johnson, 2000).

Ετοιμότητα: ο στόχος αυτός περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για την προετοιμασία της αντίδρασης σε πραγματικές καταστάσεις. Μέσω των ΓΣΠ υπάρχει η δυνατότητα να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήσεις που αποσκοπούν στην ετοιμότητα της αντίδρασης. Σ' αυτές τις ερωτήσεις ανήκουν: Πόσες ομάδες πρώτων βοηθειών απαιτούνται και σε ποιες θέσεις πρέπει να βρίσκονται; ή Ποιες οι διαδρομές εκκένωσης από ένα κτίριο προς ένα χώρο συγκέντρωσης μετά από σεισμό; Επιπλέον λόγω του ότι τα ΓΣΠ επιτρέπουν την παρακολούθηση των διαφόρων φαινομένων σε πραγματικό χρόνο (όπως των κινήσεων της γης(σεισμός), ή της στάθμης ενός φράγματος, ή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κλπ.) επιτυγχάνουν επιχειρησιακή ετοιμότητα στο μέγιστο βαθμό. Αν μέσω του διαδικτύου δοθούν στη δημοσιότητα τα δεδομένα αυτά προς ενημέρωση του κοινού επιτυγχάνεται η μεγιστοποίηση της ασφάλειας από την χρήση των ΓΣΠ (Johnson, 2000).

Απόκριση: τα ΓΣΠ μπορούν να αποδειχθούν ως ένα από τα κυριότερα εργαλεία σχεδιασμού. Με την χωροθέτηση ομάδων άμεσης απόκρισης σε συγκεκριμένες θέσεις, μπορούν εύκολα να κατευθύνονται μέσω ενός κέντρου επιχειρήσεων στους χώρους των συμβάντων μέσω συγκεκριμένων διαδρομών που θα έχουν σχεδιαστεί για τέτοιες καταστάσεις. Ανάλογα με την περίπτωση, τα ΓΣΠ είναι σε θέση να δώσουν πληροφορίες πριν καν φτάσουν στην περιοχή οι ομάδες άμεσης απόκρισης. Σε περίπτωση εκδήλωσης ενός σεισμικού φαινομένου, είναι λογικό να υπάρχουν εκτεταμένες καταστροφές και περιστατικά διάσπαρτα στο χώρο, παρ' όλα αυτά με τη χρήση ΓΣΠ γίνεται ευκολότερος ο συντονισμός των ομάδων πολιτικής προστασίας (Johnson, 2000).

Ανάκτηση: οι διαδικασίες ανάκτησης μπορούν να διακριθούν σε δύο φάσεις, τις διαδικασίες μικρής διάρκειας και τις διαδικασίες μακράς διάρκειας. Οι διαδικασίες μικρής διάρκειας περιλαμβάνουν σημαντικές υπηρεσίες όπως προσωρινή σίτιση, διανομή νερού, παροχή προσωρινών καταλυμάτων, παροχή πρώτων βοηθειών σε τραυματίες κ.ά. ο ρόλος των ΓΣΠ σε αυτή τη φάση είναι πολύ σημαντικός διότι γίνεται η αποτίμηση των καταστροφών. Ένα ΓΣΠ σ συνδυασμό με συστήματα εντοπισμού της θέσης (GPS), μπορεί να εντοπίσει κάθε χώρο που παρουσιάζει καταστροφές, να αναγνωρίσει τον τύπο και το μέγεθος των ζημιών και να εκκινήσει τις διαδικασίες καθορισμού των προτεραιοτήτων για δράση (Johnson, 2000).

Όσον αφορά στις διαδικασίες μακράς διάρκειας, αυτές μπορούν να διαρκέσουν έως κάποια χρόνια και περιλαμβάνουν την αποκατάσταση των πληγέντων και των υλικών καταστροφών που προκλήθηκαν. Στη φάση αυτή η πρόοδος στην εξέλιξη των εργασιών μπορεί να ελέγχεται αξιοποιώντας τις δυνατότητες ενός ΓΣΠ, και να απεικονίζεται σε χάρτες (Johnson, 2000).

Συνοψίζοντας λοιπόν τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η διαχείριση σχεδίων αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών, αναπτύσσεται και υλοποιείται μέσω της ανάλυσης των διαθέσιμων πληροφοριών. Η πλειονότητα των πληροφοριών αυτών είναι χωρική και άρα μπορεί να απεικονιστεί σε χάρτη. Με την ολοκλήρωση της συλλογής των πληροφοριών και την απόδοσή τους σε χάρτη μπορεί να ξεκινήσει και ο σχεδιασμός του προγράμματος αντιμετώπισης του έκτακτου φαινομένου. Έτσι είναι εύκολη η εκπαίδευση και κατάρτιση του προσωπικού σε προκαταστροφικό επίπεδο, ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει σε συγκαταστροφικό επίπεδο.

7. ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, αρμόδιος φορέας για την επεξεργασία και το σχεδιασμό της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας καθώς και για το συντονισμό των ενεργειών δημόσιου και ιδιωτικού δυναμικού για την εφαρμογή της πολιτικής αυτής είναι με βάση το θεσμικό του πλαίσιο ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), εποπτευόμενος οργανισμός του Υπουργείου Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων (Ν.1349/1983, ΦΕΚ 52Α).

Τις προδιαγραφές των χώρων καταφυγής μετά από σεισμό τις καθορίζει ο ΟΑΣΠ, με την εκπόνηση κάποιων εγχειριδίων των οποίων τα βασικά σημεία αναλύονται στις ακόλουθες παραγράφους.

Σύμφωνα λοιπόν με τα εγχειρίδια του ΟΑΣΠ, υποψήφιοι χώροι για την καταφυγή σε περίπτωση σεισμού αποτελούν: περιοχές αστικού πρασίνου (άλση, πλατείες, πάρκα, παιδικές χαρές), περιοχές περιαστικού πρασίνου, δασική ή αγροτική γη, κενά οικόπεδα ή άλλοι αδόμητοι κοινόχρηστοι χώροι, ανοιχτές αθλητικές εγκαταστάσεις (γήπεδα, γυμναστήρια κλπ), προαύλια εκκλησιών και γενικότερα περιβάλλοντες ασκεπεείς χώροι κοινοχρήστων ή κοινωφελών εγκαταστάσεων (πχ αύλειοι χώροι εκκλησιών, ανοικτά θέατρα και χώροι πολιτιστικών εκδηλώσεων και ψυχαγωγίας κλπ.) (Σαπουτζάκη, 2001).

Κατόπιν, στο σημείο αυτό θα αναφερθούν τα κριτήρια επιλογής των χώρων που θα αποτελέσουν τους χώρους καταφυγής σε περίπτωση σεισμικής δόνησης. Σύμφωνα με τη διοικητική Μέριμνα πληγέντων οι επιλεγμένοι χώροι θα πρέπει να προσεγγίζονται εύκολα από τα συνεργεία των Δήμων ή άλλων υπηρεσιών εάν παραστεί ανάγκη για ιατροφαρμακευτική βοήθεια, διανομή τροφίμων, νερού και άλλων ειδών πρώτης ανάγκης, ψυχολογικής υποστήριξης ακόμη και να ενημερώσουν – πληροφορήσουν τους πολίτες, κλπ. Πρέπει να αποφεύγονται σημεία υπερσυγκέντρωσης δραστηριοτήτων κατά την έκτακτη περίοδο όπως σταθμοί Α΄ Βοηθειών, επιχειρησιακά – συντονιστικά κέντρα π.χ. Δημαρχεία, δρόμοι που προγραμματίζεται ή αναμένεται να δεχθούν κυκλοφορία εκκένωσης ή οχήματα έκτακτης ανάγκης, κλπ. και ζωτικά για τη διεξαγωγή άλλων κρίσιμων λειτουργιών μετασεισμικών ή μη (δρόμοι, υπηρεσίες κλπ.). Εξασφάλιση χώρων

για το σύνολο του πληθυσμού της πόλης με δυναμικότητα 2τμ/άτομο όπως προαναφέρθηκε (Σαπουτζάκη, 2001).

Στην επιλογή των χώρων καταφυγής, εμπλέκεται και το κριτήριο της ύπαρξης υποδομών. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι υποδομές και ο εξοπλισμός που ήδη υπάρχει στους χώρους αυτούς. Σε προκαταστροφικό επίπεδο γίνεται καταγραφή των χώρων που είναι εν δυνάμει χώροι καταφυγής, ώστε να γίνουν προτάσεις για τη δημιουργία υποδομών και την προμήθεια εξοπλισμού για όσους χώρους δεν διαθέτουν τα απαραίτητα. Στα απαραίτητα περιλαμβάνονται τα εξής:

- ❖ Ηλεκτροφωτισμός,
- ❖ Υδροδότηση,
- ❖ Χώροι υγιεινής, ή δυνατότητα τοποθέτησης προσωρινών, με γνώμονα την απαίτηση για ένα χώρο ανά σαράντα άτομα.
- ❖ Κάδοι απορριμμάτων,
- ❖ Σήμανση.

Επιπλέον είναι απαραίτητο να υπάρχει συμβατότητα στο σχεδιασμό, για παράδειγμα οι σχολικές μονάδες και τα προνοιακά ιδρύματα καταρτίζουν τα δικά τους σχέδια εκκένωσης και κύρια επιλογή χώρου καταφυγής συνήθως αποτελούν τα προαύλια των κτηρίων που στεγάζονται. Ο σχεδιασμός των δήμων για τους χώρους καταφυγής θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη τα ανωτέρω σχέδια ώστε να μην επιλέγονται οι ίδιοι χώροι δημιουργώντας προβλήματα στην επάρκεια του χώρου, δυσκολία στην επιτήρηση και προσφορά βοήθειας σε μαθητές ή άλλες ευπαθείς ομάδες πληθυσμού, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι οι χώροι αυτοί μετασεισμικά θα συνεχίσουν τη λειτουργία τους (Σαπουτζάκη, 2001).

Παράμετροι μεγάλης σημασίας αποτελούν:

- ❖ Η διαδρομή μετάβασης, η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 300- 400 μέτρα προς τους χώρους καταφυγής και τα 5 χλμ. προς τους χώρους καταυλισμού
- ❖ Η προσβασιμότητα, δηλαδή η ασφαλής μετακίνηση μέσω του πεζοδρομιακού δικτύου έκτακτης ανάγκης ή του οδικού δικτύου (για περιστατικούς χώρους, μετακινήσεις AMEA κτλ)

- ❖ Η προσπέλαση, όπου πρέπει να αποφεύγονται χώροι φυλασσόμενοι ή ασφαλιζόμενοι λόγω αδυναμίας άμεσης και ελεύθερης προσπέλασης τις κρίσιμες ώρες καθώς και για λόγους προσβασιμότητας ευαίσθητων ομάδων πληθυσμού κλπ.
- ❖ Το ιδιοκτησιακό καθεστώς, προτιμώνται ελεύθεροι χώροι ή χώροι ελεγχόμενοι από δημόσιους φορείς. Αν κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό συνιστάται η κατάρτιση μνημονίων συνεργασίας ή η συντήρηση των χώρων αυτών να ανήκει σε φορείς που έχουν την αρμοδιότητα, τις οικονομικές δυνατότητες αλλά και το συμφέρον να εγκαταστήσουν τις απαιτούμενες σε έκτακτη ανάγκη υποδομές (Σαπουτζάκη, 2001).

Τέλος είναι σημαντικό να διευκρινιστεί πως οι χώροι καταυλισμού διακρίνονται από τους χώρους καταφυγής ως προς το γεγονός ότι καλούνται να καλύψουν μια σειρά από ανάγκες όπως παροχή βοήθειας, μακροχρόνια παραμονή, να μην παρεμποδίζονται άλλες λειτουργίες που είναι κρίσιμες για την περιοχή κυρίως λόγω της πολύμηνης παραμονής (σχολεία, δημαρχεία, κρίσιμες υπηρεσίες, προνοιακά ιδρύματα, αθλητικές εγκαταστάσεις, κλπ.) και είναι κυρίως εκτεταμένες ελεύθερες περιοχές, κλπ (Σαπουτζάκη, 2001).

7.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Μετά την εκδήλωση ενός σεισμικού φαινομένου, ο πληθυσμός σπεύδει να εκκενώσει τις κτιριακές κατασκευές και να καταφύγει σε ανοικτούς χώρους. Οι ενέργειες που κάνουν οι πολίτες, χαρακτηρίζονται από:

- ❖ Πανικό, κάτω από την επίδραση του οποίου γίνονται άσκοπες μετακινήσεις χωρίς συγκεκριμένο προορισμό.
- ❖ Κυκλοφοριακή αναρχία, που οφείλεται στην ταυτόχρονη μετακίνηση πεζών και οχημάτων και μάλιστα στους δρόμους ή και στους πεζοδρόμους.
- ❖ Άγνοια των χώρων που παρέχουν ασφάλεια από το σεισμό, με αποτέλεσμα την καταφυγή σε ακατάλληλους χώρους, ίσως πιο επικίνδυνους από αυτούς που εκκενώθηκαν.
- ❖ Άγνοια των διαδρομών πρόσβασης που εξασφαλίζουν ασφαλή μετάβαση των πεζών στους ανοικτούς χώρους καταφυγής.
- ❖ Άγνοια των βέλτιστων διαδρομών πρόσβασης των ασθενοφόρων για την παροχή πρώτων βοηθειών στους χώρους καταφυγής.

- ❖ Άγνοια του καταλληλότερου χρόνου παραμονής στους χώρους καταφυγής και του επόμενου προορισμού.

Για να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα, πρέπει σε προκαταστροφικό επίπεδο να προσδιοριστούν οι χώροι καταφυγής. Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, ο ρόλος του ΟΑΣΠ είναι πολυδιάστατος και έχει να κάνει με θέματα που αφορούν στο σχεδιασμό, την εκπόνηση, τον συντονισμό και την παρακολούθηση του έργου της εκπαίδευσης και της ενημέρωσης του πληθυσμού και των στελεχών φορέων του δημοσίου σε θέματα αντισεισμικής προστασίας και αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών που προέρχονται από σεισμούς. Σε επόμενο στάδιο όμως στην φάση της ανάπτυξης και εξέλιξης ενός σχεδίου έκτακτης ανάγκης, υπεύθυνη είναι η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας.

Μετά την εκδήλωση ενός σεισμικού φαινομένου το οποίο θα προκαλέσει καταστροφές, οι δυνάμεις πολιτικής προστασίας υποχρεούνται να υλοποιήσουν μια σειρά δράσεων που αποσκοπούν στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων σχετικά με την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών και την άμεση διαχείριση των συνεπειών. Οι ενέργειες τις πολιτικής προστασίας ακολουθούν τις φάσεις εξέλιξης ενός καταστροφικού φαινομένου και εντάσσονται στα αντίστοιχα της καταστροφής στάδια επιχειρήσεων.

Ειδικά για τους σεισμούς, τα στάδια των επιχειρήσεων για την αντιμετώπιση καταστροφών από σεισμό προσδιορίζονται ως εξής :

- ❖ Αρχική αναγγελία / ειδοποίηση Σεισμού
- ❖ Αρχική εκτίμηση κατάστασης συνεπειών – Επίσημη ανακοίνωση χαρακτηριστικών σεισμικού φαινομένου
- ❖ Κινητοποίηση δυνάμεων
- ❖ Επιχείρηση Έρευνας, Διάσωσης – Έλεγχος και καταστολή επαγόμενων φαινομένων
- ❖ Περίθαλψη – Διοικητική μέριμνα πληγέντων
- ❖ Μετασεισμικός έλεγχος κτιρίων και υποδομών
- ❖ Συνολική αποτίμηση ζημιών
- ❖ Αποκατάσταση – Αποκλιμάκωση

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να δομηθούν ρεαλιστικά πλάνα εκκένωσης για τα δύο εξεταζόμενα σενάρια.

8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

8.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Βασικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής διατριβής, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι η δόμηση κάποιων ενδεικτικών σεναρίων εκκένωσης του πληθυσμού του δήμου Αθηναίων σε περίπτωση σεισμού. Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής στόχος είναι να γίνει αντιληπτή η ανάγκη σχεδιασμού βάση σεναρίων και όχι η ανάλυση κάθε πιθανού σεναρίου.

Σημαντικότερο στάδιο στη δημιουργία ενός τέτοιου πλάνου στηριζόμενο σε ΓΣΠ αποτελεί η συλλογή των δεδομένων. Η ποιότητα των αποτελεσμάτων είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ποιότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Στην παρούσα περίπτωση είναι αναγκαία κάποια συγκεκριμένα υπόβαθρα τα οποία αναφέρονται στην συνέχεια.

- ❖ Τα πολύγωνα των Οικοδομικών Τετραγώνων του δήμου,
- ❖ Οι χρήσεις γης ανά οικοδομικό τετράγωνο,
- ❖ Λειτουργίες και υπηρεσίες της πόλης,
- ❖ Οι άξονες του οδικού δικτύου,
- ❖ Τα πολύγωνα των ελεύθερων χώρων,
- ❖ Ο πληθυσμός ανά Ο.Τ.

Επιδιώκεται τα απαραίτητα δεδομένα να συλλέγονται κατά το δυνατόν από επίσημους φορείς ώστε να διασφαλίζεται η αξιοπιστία των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Όσα δεν μπορούν να ευρεθούν, είτε κατασκευάζονται (με εργασίες πεδίου κλπ.), είτε υπολογίζονται (πχ. ο πληθυσμός).

8.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Βασικό σημείο που καθορίζει την ανάλυση αποτελεί ο προσδιορισμός των κύριων μεταβλητών. Για την ανάπτυξη του σχεδίου εκκένωσης στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, βασικό στοιχείο αποτελεί ο προσδιορισμός της πληθυσμιακής

πυκνότητας. Κρίσιμο στοιχείο λοιπόν για την ανάπτυξης μιας τέτοιας μεθοδολογίας, είναι ο προσδιορισμός του πληθυσμού. Ο πληθυσμός είναι ένα δεδομένο το οποίο μπορεί να προκύψει από διάφορες πηγές, και με διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού. Αρχικά μια αξιόπιστη πηγή αποτελεί η ΕΛ.ΣΤΑΤ. Όμως για να είναι αξιόπιστα τα αποτελέσματα θα πρέπει και η χρονολογία απογραφής να είναι σχετικά πρόσφατη ώστε να αντικατοπτρίζεται η σημερινή κατάσταση του πληθυσμού. Εάν τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα είναι 8 και πλέον ετών τότε θα είναι προτιμότερο να γίνει μια εκτίμηση του πληθυσμού από τον μελετητή με διαφορετικό τρόπο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση βέβαια είναι διαθέσιμα τα πληθυσμιακά στοιχεία της απογραφής του 2011 συνεπώς κρίνονται ικανά να αποτυπώσουν την σημερινή πραγματικότητα εφόσον έχουν περάσει μόνο 4 χρόνια.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η κατά το δυνατόν ρεαλιστικότερη αποτύπωση της κατάστασης, για το λόγο αυτό θα αναπτυχθούν σενάρια εκκένωσης. Τα σενάρια που επιλέγονται προς υλοποίηση είναι δύο και αφορούν στη λειτουργία της πόλης στη διάρκεια της ημέρας:

- ❖ Το 1ο σενάριο αφορά σε πλήρη αδράνεια της πόλης (όλοι στις θέσεις τους) και εκτυλίσσεται τις βραδινές ώρες ενώ,
- ❖ Το 2ο σενάριο αφορά σε πλήρη λειτουργία της πόλης (ροές πληθυσμού) και εκτυλίσσεται τις εργάσιμες ώρες.

Εδώ να σημειωθεί πως οι παραπάνω προσεγγίσεις δεν είναι οι μοναδικές, σίγουρα μπορούν να δομηθούν αρκετά σενάρια γύρω από το θέμα, όμως στα πλαίσια της παρούσας, αυτά κρίνονται ικανά να αποτυπώσουν τις διαφορές μεταξύ δύο χρονικών στιγμών που μπορεί να εκδηλωθεί σεισμικό συμβάν.

Συνεπώς είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη μια επιπλέον μεταβλητή η οποία σχετίζεται με τον πληθυσμό, και είναι η μεταβλητή του χρόνου, δηλαδή ποια χρονική στιγμή της ημέρας εμφανίζεται το συμβάν και είναι αναγκαίο να μπει σε εφαρμογή το σχέδιο εκκένωσης. Στην ουσία η μεταβλητή του χρόνου που υπεισέρχεται θα πρέπει να μεταφραστεί σε πληθυσμό, να δούμε δηλαδή τι αντίκτυπο έχει ο χρόνος στις ροές του πληθυσμού μέσα στη μέρα. Κύριες συνιστώσες της μεταβλητής αυτής αποτελούν η ελκυστικότητα του Ο.Τ. σε εκείνο το χρονικό διάστημα.

Αρχικά για το 1^ο σενάριο της πλήρους αδράνειας θεωρήθηκε πως ο πληθυσμός βρίσκεται στο σπίτι του, επομένως η ελκυστικότητα των οικοδομικών τετραγώνων είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα όπως καταγράφηκε την ημέρα της απογραφής.

Όσον αφορά τώρα την ελκυστικότητα στο δεύτερο σενάριο, αυτή προκύπτει ως συνδυασμός των διατιθέμενων χρήσεων γης που προκύπτουν μέσα από το ΓΠΣ του δήμου Αθηναίων (6η τροποποίηση ΦΕΚ 142ΑΑΠ/2012) καθώς και ενός συνόλου υπηρεσιών και εξυπηρετήσεων που κρίθηκαν ικανά να επηρεάζουν τις ροές πληθυσμού. Προκύπτει έτσι από τη σύνθεση όλων αυτών η ελκυστικότητα 30 επιμέρους περιοχών στις οποίες διαιρέθηκε ο δήμος. Αναλυτικότερη περιγραφή στον τρόπο διαμόρφωσής ελκυστικότητας θα γίνει κατά την δόμηση του σεναρίου αυτού στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

8.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι τα ΓΣΠ και άλλες τεχνικές χωρικής ανάλυσης, ο οποίες θα παρουσιαστούν αναλυτικά στη συνέχεια. Πέραν των μεταβλητών που αναλύθηκαν προηγουμένως (πληθυσμός, χρόνος), κάποια βασικά στοιχεία της ανάλυσης θα προκύψουν μέσω συγκεκριμένων τεχνικών. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν προαπαιτούμενα για την εξέλιξη της μεθοδολογίας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος που τίθεται στην παρούσα διπλωματική, το γενικό πλαίσιο που εφαρμόζεται είναι αυτό της χωροθέτησης – κατανομής. Για να φτάσουμε όμως στο σημείο να κατανεμηθεί ο πληθυσμός στους χώρους καταφυγής, χρησιμοποιούνται και άλλες τεχνικές ανάλυσης του χώρου. Στην παρούσα λοιπόν εργασία θα χρησιμοποιηθούν:

Εύρεση Γεωστατιστικών Δεικτών :

- ❖ Χωρικός Μέσος,

Τεχνική Ανάλυσης Δικτύου:

- ❖ Χωροθέτηση – κατανομή
- ❖ Εύρεση Βέλτιστων διαδρομών

Ανάλυση Ελκυστικότητας

- ❖ Μοντέλο Huff

8.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ

8.4.1 ΓΕΩΣΤΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Για την ανάλυση και την περιγραφή γεωγραφικών δεδομένων, είναι απαραίτητη η χρήση γεωστατικών δεικτών οι οποίοι αποτελούνται από έναν αριθμό μετρήσεων και ορίζονται ως σημεία σε ένα χωρικό σύστημα. Οι δείκτες αυτοί είναι ισοδύναμοι ή παρόμοιοι με τους δείκτες σε άλλους τομείς της στατιστικής που αναφέρονται σε μη γεωγραφικά δεδομένα. Συνεπώς οι γεωστατικοί δείκτες παρέχουν στον μελετητή στοιχεία που ισοδυναμούν με μερικά από τα πιο βασικά εργαλεία της μη χωρικής στατιστικής για την περιγραφή και την ανάλυση των χωρικών δεδομένων (Κουτσόπουλος, 2009).

Οι χωρικές κατανομές όμως παρουσιάζουν μια ιδιαιτερότητα σε σχέση με τις μη χωρικές κατανομές, η δομή των χωρικών είναι πολλαπλών διαστάσεων (multi-variable). Μια χωρική κατανομή στην πιο απλή μορφή της, αποτελείται μόνο από χωρικές πληροφορίες οι οποίες παρουσιάζονται με την μορφή σημείων πάνω σε χάρτη. Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, όμως, αυτός ο απλός χάρτης είναι ήδη σύνθετος, αφού κάθε σημείο του έχει δύο διαστάσεις (X, Y) για την τετμημένη και την τεταγμένη αντίστοιχα. Άρα στην πραγματικότητα υπάρχουν δύο υπό-κατανομές ή αλλιώς μια δι-μεταβλητή κατανομή. Βέβαια, οι περισσότερες από τις χωρικές κατανομές ή χάρτες παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερες στατιστικές δυσκολίες, αφού μπορούν να αποδοθούν σε καθένα από τα σημεία της κατανομής επιπλέον μεγέθη ή ιδιότητες. (Κουτσόπουλος, 2009).

Με βάση όσα αναφέρθηκαν, τα χωρικά δεδομένα απαιτούν δικούς τους στατιστικούς δείκτες. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για την παρουσίαση των στοιχείων των χωρικών κατανομών, ανάλογοι με αυτούς των μη χωρικών, καθεμία από τις μεθόδους παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα. Ακόμα και αν αυτά τα μειονεκτήματα δεν αφορούν παρά συγκεκριμένες περιπτώσεις, είναι χρονοβόρο να παρασταθεί ολόκληρη η κατανομή που ενδιαφέρει. Συχνά είναι πιο εύκολο και πιο αποδοτικό να δίνεται έμφαση μόνο σε ορισμένα χαρακτηριστικά των κατανομών, που είναι σε θέση να προσδιορίσουν την κατανομή σαν σύνολο. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να συνοψιστούν σε μια ή περισσότερες αριθμητικές τιμές οι οποίες είναι αντιπροσωπευτικές για ολόκληρη την κατανομή. Δύο τέτοια χαρακτηριστικά κάθε κατανομής είναι οι μετρήσεις της χωρικής κεντρικότητας και της χωρικής διασποράς. Οι δείκτες της χωρικής κεντρικότητας είναι οι τρόποι που περιγράφουν την τυπική ή μέση τιμή της μεταβλητής. Οι δείκτες διασποράς

περιγράφουν την έκταση των διαφορών ανάμεσα στις πιθανές τιμές της μεταβλητής (Κουτσόπουλος, 2009).

Στην παρούσα εργασία ο δείκτης που χρησιμοποιήθηκε είναι ο χωρικός μέσος από τους δείκτες κεντρικότητας. Ο Χωρικός μέσος είναι αντίστοιχος με τον αριθμητικό μέσο μιας μη χωρικής κατανομής ($\bar{x} = \sum x_i / n$). Συγκεκριμένα, αν κάθε σημείο i στο χώρο περιγράφεται με τις συντεταγμένες του (X_i, Y_i), τότε οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου προκύπτουν από τους τύπους :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

Όπου n ο αριθμός των σημείων της χωρικής κατανομής.

Ο δείκτης λοιπόν αυτός υπολογίζεται με σκοπό να προσδιοριστούν κάποια στατιστικά στοιχεία που απαιτούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων και να οπτικοποιηθούν σημαντικά στοιχεία της πόλης. Οι γεωστατικοί δείκτες δεν είναι ο μοναδικός τρόπος ανάλυσης των στοιχείων, υπάρχουν και άλλες τεχνικές στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι μέθοδοι χωροθέτησης που θα αναλυθούν παρακάτω.

8.4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

Οι μέθοδοι χωροθέτησης λειτουργιών έχουν σαν στόχο την εύρεση της βέλτιστης θέσης των εξεταζόμενων λειτουργιών μέσω της ικανοποίησης κάποιων ποσοτικοποιημένων κριτηρίων που έχουν καθοριστεί στην αρχή της μελέτης. Είναι σαφές πως τα κριτήρια είναι αναγκαστικά περιορισμένα αφού δεν είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν όλες οι παράμετροι του επιθυμητού αποτελέσματος.

Παρόλα αυτά, οι μέθοδοι χωροθέτησης προτείνουν μια θέση που αποτελεί άλλωστε τον κρισιμότερο παράγοντα σε ένα σύστημα λειτουργιών και μπορεί στη συνέχεια να επανεξεταστεί υπό το πρίσμα και κάποιων ποιοτικών κριτηρίων. Ο ρόλος δηλαδή των μεθόδων χωροθέτησης δεν είναι απόλυτα καθοριστικός στην επιλογή της θέσης αλλά μπορεί να αποτελέσει πρόταση που θα κατευθύνει στην συνέχεια την τελική απόφαση.

Οι μέθοδοι χωροθέτησης διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες τις:

- ❖ Τις πολυκριτηριακές μεθόδους (Multiple Criteria Analysis) και
- ❖ τα υποδείγματα χωροθέτησης –κατανομής (Location-Allocation Models).

Πιο αναλυτικά, οι πολυκριτηριακές μέθοδοι περιλαμβάνουν απλές αναζητήσεις που βασίζονται σε κριτήρια που σχετίζονται με την απόσταση, το χρόνο, το πλήθος των υπηρεσιών ανά μονάδα επιφάνειας κ.α. Ενώ τα υποδείγματα χωροθέτησης – κατανομής είναι μέθοδοι σύμφωνα με τις οποίες προσδιορίζεται το βέλτιστο σύνολο λύσεων για μία ή περισσότερες λειτουργίες που καλούνται να εξυπηρετήσουν τον πληθυσμό που δημιουργεί την ζήτηση. Η παραδοχή που γίνεται στα περισσότερα υποδείγματα χωροθέτησης – κατανομής είναι πως «όλα τα άτομα... θα επισκέπτονται πάντα το πλησιέστερο κέντρο ή υπηρεσία που παρέχει το είδος εξυπηρέτησης που επιθυμούν» (Bailey and Gatrell, 1995)

Τα υποδείγματα αυτά κάνουν την εμφάνισή τους το 1965 με το υπόδειγμα του Hakimi (Hakimi, 1964) όπου «σε δοσμένο δίκτυο η κόμβων ζητείται η τοποθέτηση p κέντρων εξυπηρέτησης και η κατανομή των υπολοίπων $n-p$ στα κέντρα αυτά, ώστε η συνολική απόσταση μετακίνησης των πληθυσμών των κόμβων προς τα πλησιέστερα προς αυτούς κέντρα να είναι η ελάχιστη δυνατή» (Κουτσόπουλος, 2000). Στο πλαίσιο ενός υποδείγματος χωροθέτησης κατανομής γίνεται αρχικά η χωροθέτηση των λειτουργιών και στη συνέχεια ακολουθεί η κατανομή των κόμβων ζήτησης. Βέβαια, η εξέλιξη που έχει επέλθει και σε αυτόν τον τομέα, έχει καταλήξει στη δημιουργία υποδειγμάτων που πραγματοποιούν και τις δύο διαδικασίες (χωροθέτηση και κατανομή) ταυτόχρονα.

8.4.3 TO NETWORK ANALYST ΤΟΥ ArcGIS

Η ανάλυση δικτύου γίνεται με τη χρήση προγραμμάτων επεκτάσεων των ΓΣΠ, στην συγκεκριμένη περίπτωση με το Network Analyst του ArcGIS 10.1. Το Network Analyst αποτελεί εργαλείο ανάλυσης δικτύου βασιζόμενο στην χωρική ανάλυση και βρίσκει εφαρμογή στην δρομολόγηση οχημάτων, την πλοήγηση για χαράξεις πορείας, την εύρεση της πλησιέστερης μονάδας, τον εντοπισμό περιοχών εξυπηρέτησης για τα προβλήματα χωροθέτησης – κατανομής κ.ά.

Με τη χρήση αυτού του εργαλείου, οι μελετητές είναι ικανοί να δημιουργήσουν δυναμικά μοντέλα τα οποία θα ανταποκρίνονται σε πραγματικές συνθήκες δικτύου, λαμβάνουν υπόψη τη σειρά και το είδος των περιορισμών, τους μονόδρομους, τα όρια ταχύτητας και τις διάφορες ταχύτητες ταξιδιού με βάση τον κυκλοφοριακό φόρτο.

Με την επέκταση του ArcGIS 10.1 Network Analyst:

- ❖ Εντοπίζουμε βέλτιστες διαδρομές
- ❖ Βρίσκουμε τις πλησιέστερες εγκαταστάσεις

- ❖ Δημιουργούμε ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα δεδομένα GIS
- ❖ Ορίζουμε κατηγορίες υπηρεσιών με βάση το χρόνο ταξιδιού ή την απόσταση
- ❖ Είναι το πλέον αποδοτικό εργαλείο για εύρεση διαδρομών για ένα αριθμό οχημάτων που πρέπει να επισκεφτούν πολλές τοποθεσίες.
- ❖ Δημιουργούμε ένα πλάνο εξόδων μετακίνησης εντός του δικτύου από κάθε αφετηρία προς όλους τους προορισμούς
- ❖ Χρησιμοποιώντας χρονικούς περιορισμούς μπορούμε να προσδιορίσουμε τους χρόνους άφιξης οχημάτων
- ❖ Καθορίζουμε τη βέλτιστη τοποθεσία για εγκαταστάσεις εκτελώντας ανάλυση θέσης – κατανομής. (<http://resources.arcgis.com/>)

8.4.3.1 LOCATION – ALLOCATION

Προϋπάρχουσες μελέτες όπως το μοντέλο του Weber (Weber, 1909) αποτέλεσαν βάση για την ανάπτυξη της έννοιας του location-Allocation. Στην γενικευμένη τους μορφή τα προβλήματα Χωροθέτησης - Κατανομής ορίζονται ως εξής: Με δεδομένο ένα χωρικό σύστημα ζήτησης, να χωροθετηθούν κέντρα παροχής υπηρεσιών (προσφορά) και να περιφερειοποιηθεί ο χώρος (ζήτηση) ως προς αυτά τα κέντρα, κατά τον «καλύτερο δυνατό τρόπο». Όπου ο «καλύτερος δυνατός τρόπος» επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης κάποιας αντικειμενικής συνάρτησης, όπου μεγιστοποιείται το όφελος ή ελαχιστοποιείται η απώλεια από τη χρησιμοποίηση των εν λόγω κέντρων εξυπηρέτησης (Φώτης, 1997).

Η γενική μεθοδολογία στηρίζεται στην κατάτμηση του χώρου, μέσω χωροθέτησης. Το σύστημα δηλαδή αναζητά τη βέλτιστη λύση της κατανομής των θέσεων ως προς τον χώρο για την μέγιστη κάλυψη με τις ελάχιστες θέσεις, δηλαδή την βέλτιστη χωρική κατανομή.

Η εφαρμογή του location-allocation αποτελεί μία εξέλιξη μαθηματικών τύπων και αλγορίθμων οι οποίοι σχετίζονται με τον χώρο και τον χρόνο μετακίνησης με βάση το δίκτυο μεταφοράς μεταξύ των θέσεων (Liu and Zhu, 2006).

Η ανάπτυξη των μοντέλων χωροθετήσεων-κατανομών (location-allocation) διακρίνεται σε 3 μοντέλα (Zhou and Liu, 2003):

(α) Το μοντέλο P-διάμεσος (P-median) που επιλύει το χωροθετικό πρόβλημα συγκεκριμένων κέντρων παροχής υπηρεσιών με τον βέλτιστο τρόπο, έτσι ώστε το άθροισμα των κορυφών από τα πλησιέστερα προς αυτά κέντρα παροχής υπηρεσιών να

είναι ελάχιστο (Hakimi, 1965· Λουκάκης, 2010). Σε αυτό τίθενται και μία σειρά περιορισμών όπως το μέγιστο κόστος, η χωρητικότητα κτλ.

(β) Το μοντέλο P-Διάκεντρων (P-centers), που αναφέρεται σε προβλήματα στα οποία, μέσω της βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης, επιδιώκεται η τοποθέτηση ενός δεδομένου αριθμού κέντρων παροχής υπηρεσιών (P) με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η ελάχιστη απόσταση ή ο χρόνος ενός οποιουδήποτε σημείου από το κοντινότερο κέντρο παροχής υπηρεσιών (Λουκάκης, 2010)

(γ) Το μοντέλο Κάλυψης (Covering model) που επιλύει το χωροθετικό πρόβλημα ενός αριθμού κέντρων παροχής υπηρεσιών (P) έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η κάλυψη των πελατών, μέσα σε μία συγκεκριμένη απόσταση ή χρόνο μεταφοράς S (Λουκάκης, 2010). Το συγκεκριμένο μοντέλο ονομάζεται επίσης και μοντέλο απόστασης ή χρόνου.

Κύριο μέλημα και για τις τρεις κατηγορίες που αποτελούν την θεωρητική προσέγγιση του location-allocation είναι ο προσδιορισμός της βέλτιστης θέσης ως προς το χώρο. Μέσα στα ΓΠΣ υπάρχει μια σειρά επιλογών (έτοιμων αλγορίθμων) για την εφαρμογή του location-allocation.

Τέτοιοι αλγόριθμοι είναι οι παρακάτω:

- ❖ η ελαχιστοποίηση της μέσης απόστασης (p-median) από το κέντρο εξυπηρέτησης (minimize impedance),
- ❖ η μέγιστη κάλυψη των σημείων εξυπηρέτησης (maximize coverage),
- ❖ η μέγιστη κάλυψη των σημείων εξυπηρέτησης για συγκεκριμένη δυναμικότητα (maximize capacitated coverage)
- ❖ η ελαχιστοποίηση των σημείων εξυπηρέτησης με την μέγιστη κάλυψη (minimize facilities),
- ❖ η μεγιστοποίηση του επιπέδου εξυπηρέτησης με δεδομένο τον αριθμό των σημείων εξυπηρέτησης (maximize attendance),
- ❖ η μεγιστοποίηση του αγοραστικού κοινού (maximize market share),
- ❖ ο υπολογισμός των κατάλληλων σημείων εξυπηρέτησης με βάση ένα δεδομένο ποσοστό αγοραστικού κοινού (target market share).

Δεδομένα για καθέναν από τους αλγορίθμους αυτούς αποτελούν σημεία, σταθμισμένα σημεία με βάρη κ.ά., έτσι ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα αληθή και επικαιροποιημένα. Η ύπαρξη αυτών των τυποποιημένων αλγορίθμων διευκολύνει τους μελετητές εφόσον

μέχρι και το 2010 δεν υπήρχε σε πρόγραμμα του εμπορίου κάτι αντίστοιχο που να μπορεί να εφαρμοστεί το location-allocation. Η πρόοδος των τεχνολογικών μέσων οδηγούν σε εξέλιξη των τεχνικών και των μεθόδων της επιστήμης.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας έγινε χωροθέτηση – κατανομή (location-allocation) του πληθυσμού του δήμου Αθηναίων στους διαθέσιμους ελεύθερους χώρους, με την ελαχιστοποίηση της μέσης απόστασης από το εξυπηρετούμενο κέντρο (minimize impendance).

Στο παρόν κεφάλαιο καθώς και στα προηγούμενα έγινε αναφορά στα ΓΣΠ και στις μεθόδους χωρικής ανάλυσης, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν μέσα από τέτοια συστήματα. Συγκεκριμένα η ανάλυση δικτύου που γίνεται με την επέκταση Network Analyst του ArcGIS 10.1, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε εφαρμογές διαχείρισης έκτακτων καταστάσεων. Στο επόμενο κεφάλαιο λοιπόν γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας σε συγκεκριμένο παράδειγμα διαχείρισης έκτακτης κατάστασης μέσω εργαλείων του GIS.

8.4.4 MONTEΛΟ Huff

Το μοντέλο Huff είναι ένα πιθανολογικό μοντέλο βαρύτητας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της ελκυστικότητας μεταξύ κάποιων περιοχών ή ευρύτερα μεταξύ πόλεων. Το μοντέλο διαμορφώνεται ως αναλογία και εκφράζει την πιθανότητα που υπάρχει να μετακινηθεί ο πληθυσμός από την περιοχή i στην j και ισούται με:

$$P_{ij} = (\lambda / D_{ij}^2) / \sum_j^n (\lambda / D_{ij}^2)$$

Όπου: P_{ij} = Η πιθανότητα ο πληθυσμός να πάει από το i στο j

D_{ij} = Η απόσταση της περιοχής i από την j

λ = Η εκτιμώμενη παράμετρος που αντικατοπτρίζει την ελκυστικότητα

Αυτό το μοντέλο είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό της κινητικότητας του πληθυσμού, στην προκειμένη περίπτωση μεταξύ περιοχών του δήμου Αθηναίων. Μπορεί δηλαδή να υπολογιστεί η πιθανότητα κάποιος να παραμείνει στην ίδια περιοχή ή να μετακινηθεί σε κάποια άλλη.

Το μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί μέσω της επέκτασης business analyst του ArcGIS ή με τη χρήση ενός υπολογιστικού φύλλου excel για την οργάνωση των δεδομένων.

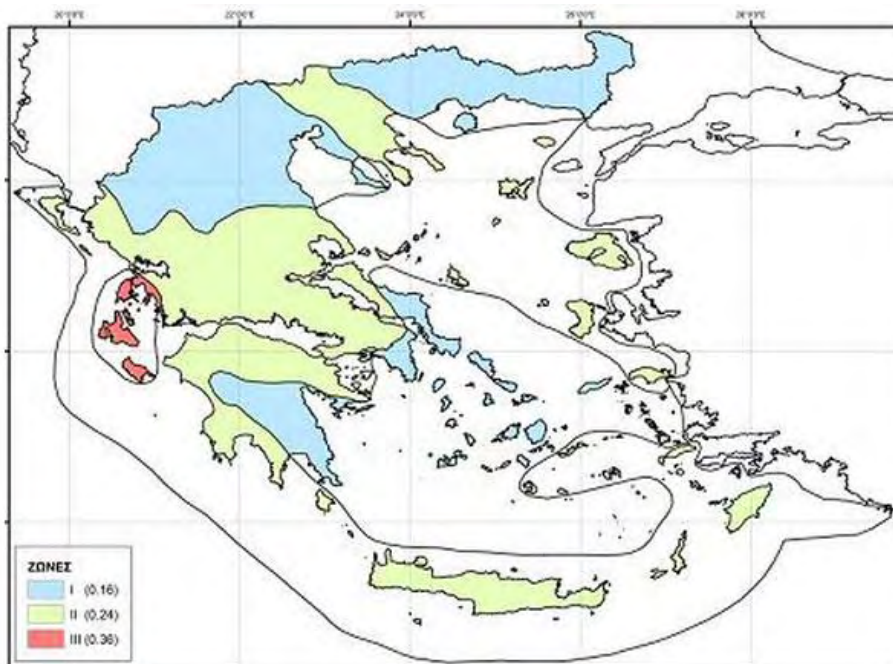
9. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

9.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

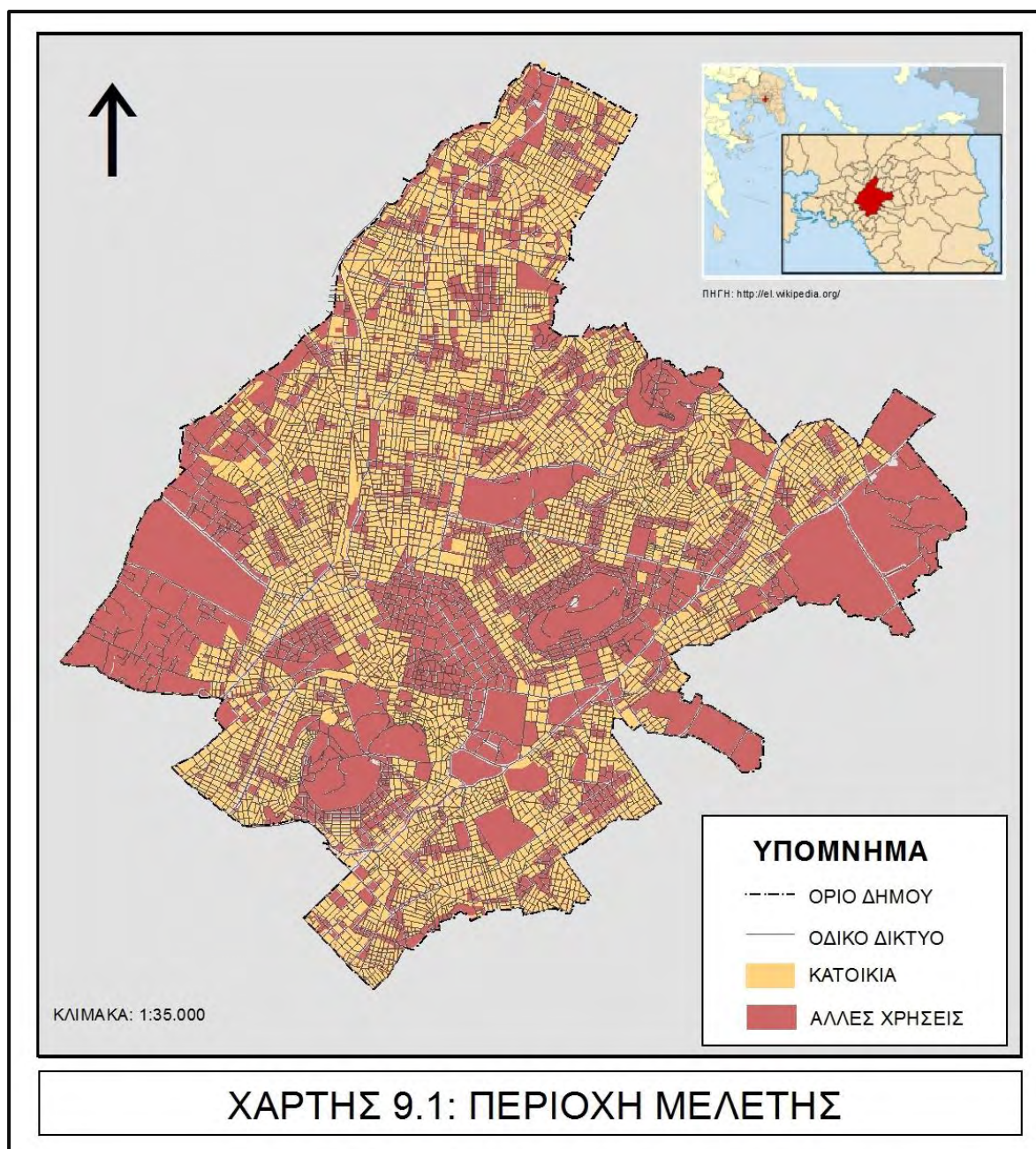
Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα ως περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, επιλέγεται το πολεοδομικό συγκρότημα του δήμου Αθηναίων (χάρτης 9.1). Η περιοχή αποτελεί έδρα του κεντρικού τομέα στην Αττική. Έχει έκταση περίπου 40 τ.χμ. και μόνιμο πληθυσμό 664.046 άτομα σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Το 1834 είναι το έτος κατά το οποίο ανακηρύχθηκε πρωτεύουσα του ελληνικού κράτους, αυξάνοντας έκτοτε ραγδαία τον πληθυσμό της και διαμορφώνοντας σταδιακά τα σημερινά της όρια. Ο δήμος περιλαμβάνει το ιστορικό κέντρο καθώς επίσης και έξι περιφερειακές δημοτικές ενότητες (χάρτης 9.2) και χωροθετείται στην καρδιά της ομώνυμης μητροπολιτικής περιοχής. Η Πόλη των Αθηνών φημίζεται για τα ιστορικά της μνημεία, τον πολιτισμό, την οικονομική και πολιτική της δραστηριότητα, και αποτελεί έδρα του Ελληνικού Κοινοβουλίου. Με την εφαρμογή της διοικητικής διαίρεσης Καλλικράτης το 2011, καμία μεταβολή δεν επήλθε στα όρια του δήμου. (<http://www.cityofathens.gr/>)

Σύμφωνα με τον ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό του 2000, όπως τροποποιήθηκε το 2003, ανήκει στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II (εικόνα 8).

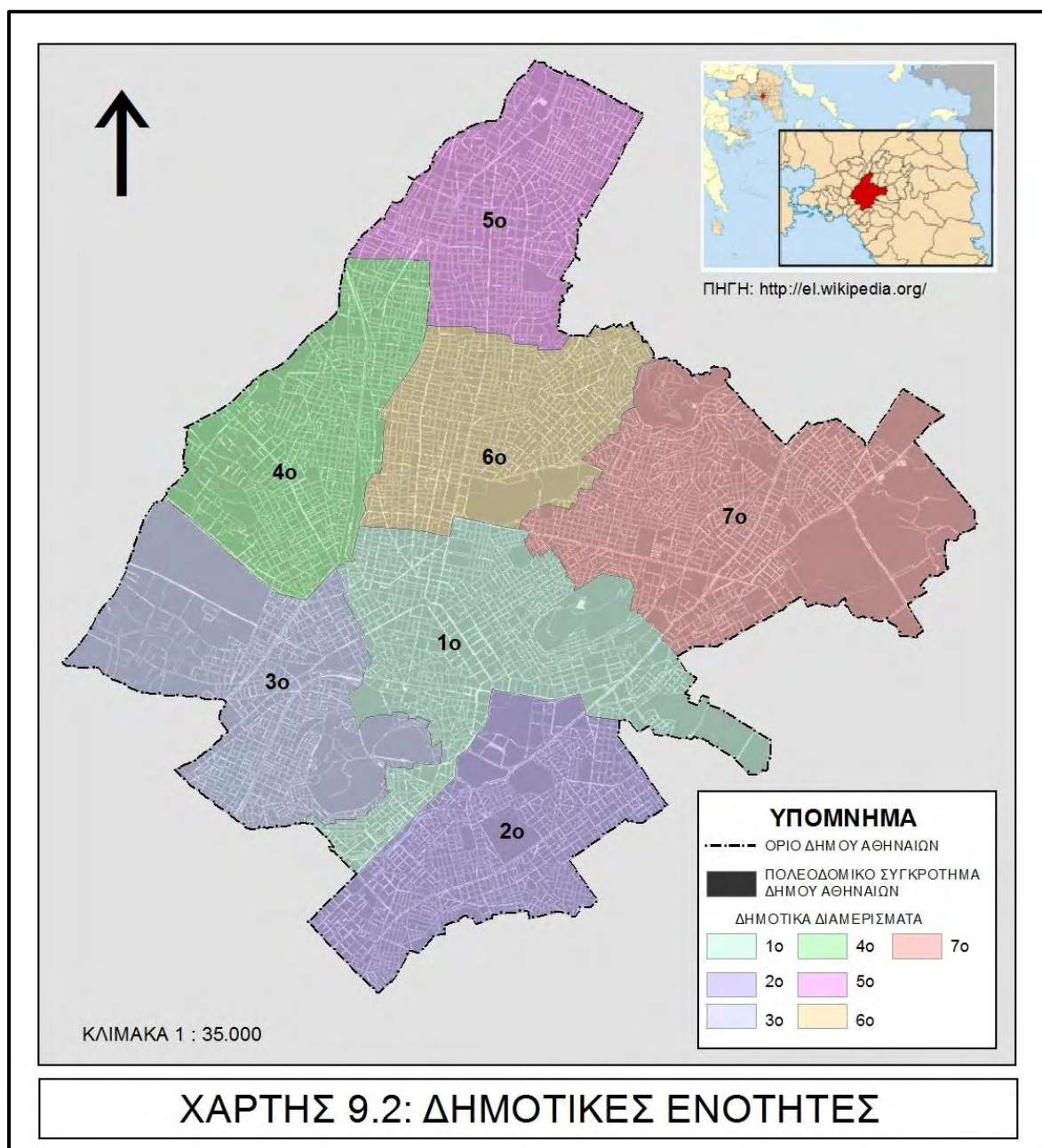
Εικόνα 8- Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας Ελλάδος



Πηγή: <http://www.oasp.gr/>



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Τα βασικά υπόβαθρα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του πλάνου εκκένωσης, είναι τα οικοδομικά τετράγωνα (Ο.Τ.) του πολεοδομικού συγκροτήματος του δήμου Αθηναίων, με τον πληθυσμό τους, οι οδικοί άξονες, οι θέσεις των ελεύθερων χώρων κι οι χρήσεις γης.

Σε πρώτο στάδιο θα απεικονιστεί ο μόνιμος πληθυσμός των οικοδομικών τετραγώνων, βάσει των στοιχείων που χορηγήθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ., και αφορούν την απογραφή του 2011.

Τα υπόβαθρα των Ο.Τ. δόθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και οι χρήσεις γης ανακτήθηκαν από το site του ΟΡΣΑ και το geofabric, είναι επίσης διαθέσιμο το οδικό δίκτυο. Όσα υπόβαθρα δεν μπορούσαν να βρεθούν έτοιμα, δημιουργήθηκαν με ίδια επεξεργασία. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά κάποια στοιχεία που αφορούν στην περιοχή μελέτης.

Πίνακας 2- Στοιχεία της υπό μελέτη περιοχής

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΗΜΟΥ	40.624.990 τ.μ.
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ο.Τ.	29.021.232 τ.μ.
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ	2.910.047 τ.μ.
ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ ΒΑΣΕΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΟΑΣΠ	1.455.023 άτομα

Πηγή: Στοιχεία της υπό μελέτης περιοχής από την ΕΛ.ΣΤΑΤ, ίδια επεξεργασία

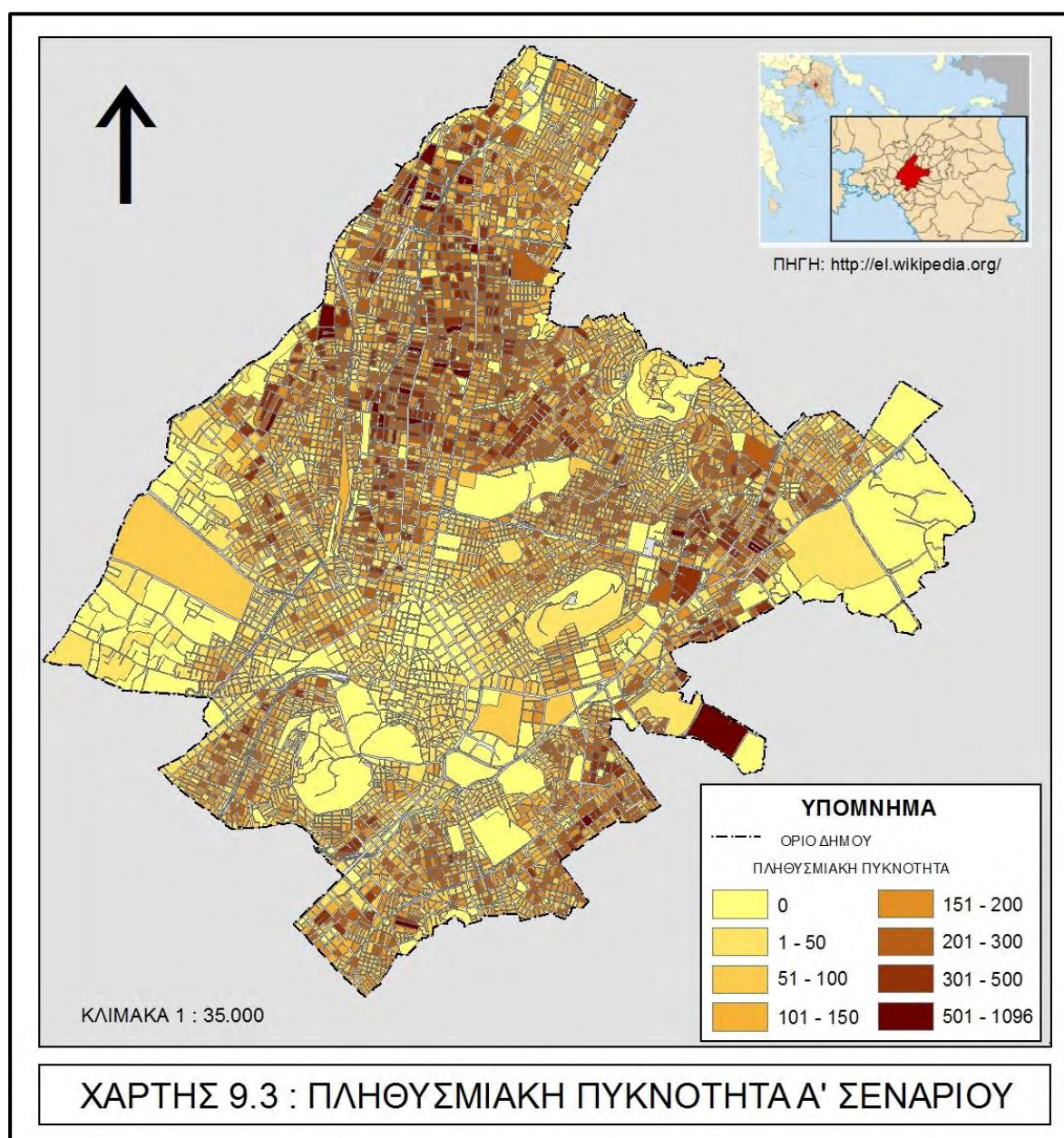
Σύμφωνα με τον πίνακα πληθυσμού που δόθηκε από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. για την απογραφή του 2011, ο μόνιμος πληθυσμός του δήμου Αθηναίων αντιστοιχεί σε 664.046 άτομα, όπως προβλέπουν οι οδηγίες του ΟΑΣΠ για κάθε άτομο χρειάζονται 2 τ.μ. άρα χρειάζονται 1.328.092 τ.μ. Από την μελέτη του πίνακα 2, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η δυναμικότητα των ελεύθερων χώρων επαρκεί για να δεχθεί πληθυσμό σχεδόν διπλάσιο και αυτό είναι θεμιτό εφόσον στον δήμο εκτός από τον μόνιμο πληθυσμό υπάρχουν τουρίστες και εργαζόμενοι ή επισκέπτες από γειτονικούς δήμους. Συνεπώς είναι σαφές πως το πλάνο εκκένωσης δεν πρέπει να μεριμνά μόνο για τον μόνιμο πληθυσμό. Στην συνέχεια ερευνάται κατά πόσο οι χώροι που προτείνονται από την περιφέρεια πληρούν τα κριτήρια του ΟΑΣΠ και επαρκούν.

9.2 ΣΕΝΑΡΙΟ Α' – Η ΠΟΛΗ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ

Είναι λογικό πως μια πόλη σαν την Αθήνα «δεν κοιμάται» ποτέ, για να απλουστεύσουμε όμως την ανάλυση της περίπτωσης μελέτης υποθέτουμε πως στο πρώτο σενάριο η πόλη βρίσκεται σε πλήρη αδράνεια, δηλαδή το σεισμικό φαινόμενο λαμβάνει χώρα μεταξύ 12 π.μ. και 8 π.μ. όπου ο πληθυσμός (υποθετικά για τις ανάγκες του σεναρίου) βρίσκεται στην κατοικία του (εκεί δηλαδή που βρισκόταν και κατά την απογραφή). Στον χάρτη 9.3 βλέπουμε την πληθυσμιακή κατανομή (που στο συγκεκριμένο σενάριο αποτελεί την ελκυστικότητα των οικοδομικών τετραγώνων) στο πολεοδομικό συγκρότημα των Αθηνών.

Όπως προαναφέρθηκε, είχαν χορηγηθεί τα πολύγωνα των οικοδομικών τετραγώνων από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. (αρχείο .shp) καθώς και ο πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο (αρχείο .xls). Χρησιμοποιώντας την εντολή Join από το Joins and Relates επιτυγχάνεται η ένωση του πίνακα με το shape file. Η διαδικασία αυτή θέλει ιδιαίτερη προσοχή καθώς πρέπει να υπάρχει μια κοινή στήλη στο excel και στο attribute table του shape file με βάσει την οποία θα γίνει η ένωση. Στην προκειμένη περίπτωση είναι η στήλη ESYECODE. Ολοκληρώνοντας την εντολή Join, εμφανίζεται στο attribute table μια επιπλέον στήλη με όνομα pop_2011 η οποία έχει τον πληθυσμό. Κατόπιν, με στόχο να αποτυπώσουμε την πυκνότητα του πληθυσμού σε χάρτη από το μενού properties και μετά symbology επιλέγεται η εντολή quantities, δημιουργούμε 8 κλάσεις για τον πληθυσμό και αποτυπώνεται στο χάρτη με διαβάθμιση χρώματος (όσο πιο σκούρο τόσο πιο πυκνοκατοικημένο).

Όπως φαίνεται λοιπόν στο χάρτη 9.3 της πληθυσμιακής πυκνότητας υπάρχουν γειτονίες τις Αθήνας πολύ πυκνοκατοικημένες και αυτές εντοπίζονται κυρίως στο βόρειο κομμάτι του δήμου (στις δημοτικές ενότητες 4,5,6 και 7).



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

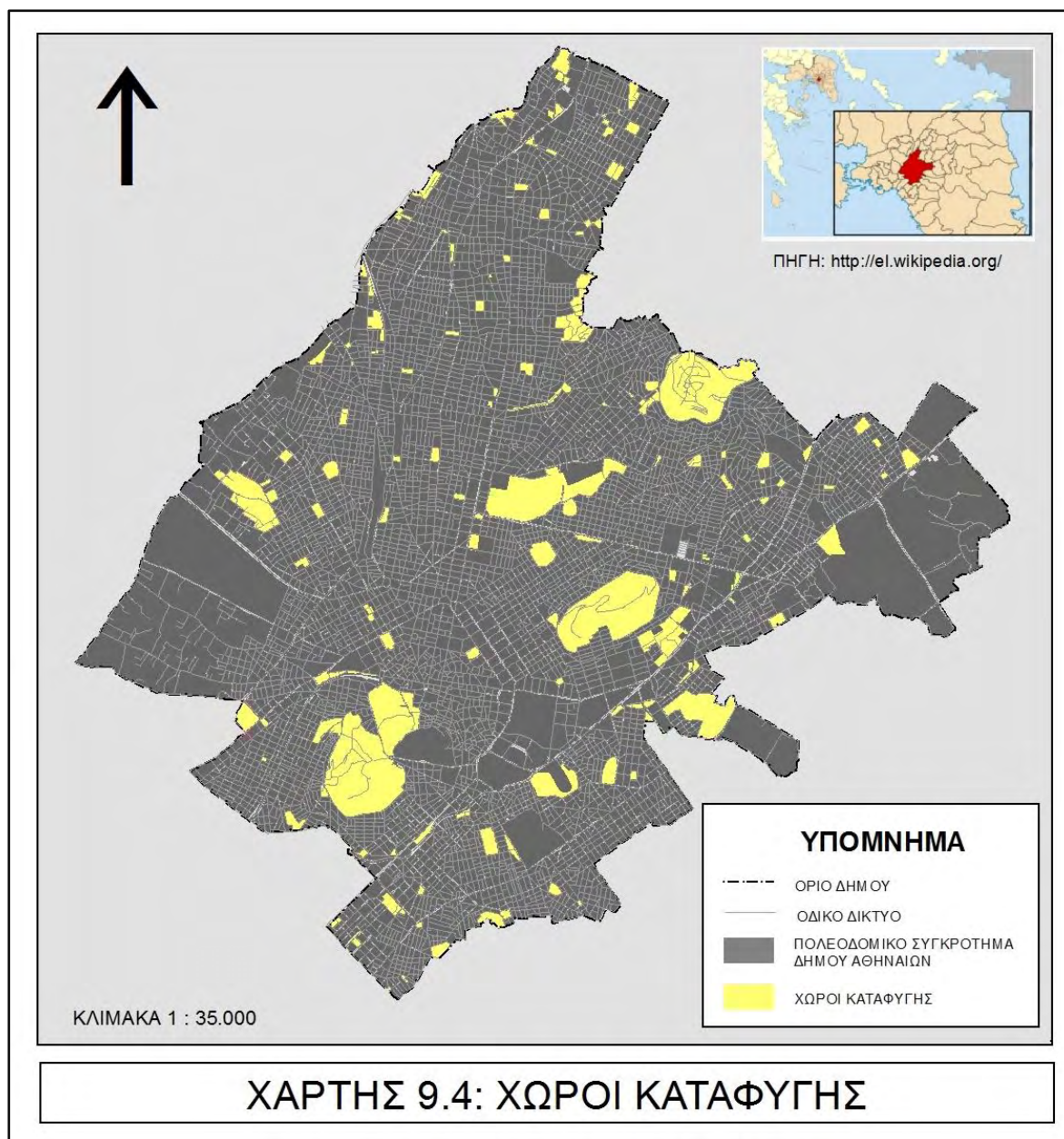
Στη συνέχεια με βάση τον πίνακα που δίνεται από την Περιφέρεια Αττικής, εντοπίζονται οι χώροι που είναι κατάλληλοι με βάση τον ΟΑΣΠ. Ο πίνακας είναι ένα αρχείο excel με τα ονόματα και τις διευθύνσεις των χώρων. Με βάση τις διευθύνσεις δημιουργείται ένα νέο layer με ψηφιοποιημένους τους χώρους καταφυγής, δεδομένου ότι δεν υπήρχε η δυνατότητα επιτόπιας έρευνας η αξιολόγηση των χώρων έγινε μέσω google maps (street view) και απορρίφθηκαν χώροι με πολύ μικρό εμβαδόν, που γειτνιάζουν με πολύ ψηλά κτίρια. Παρακάτω παρουσιάζεται τμήμα του πίνακα των χώρων καταφυγής (ολόκληρος ο πίνακας παρατίθεται στο παράρτημα).

Πίνακας 3- Χώροι Καταφυγής

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
1	ΑΛΣΟΣ ΙΛΙΣΣΙΩΝ	ΙΩΝΟΣ ΔΡΑΓΟΥΜΗ & ΔΙΟΧΑΡΟΥΣ
2	ΠΑΡΚΟ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΣΟΦΙΑΣ & Π. ΚΟΚΚΑΛΗ
3	ΘΕΑΤΡΟ ΛΥΚΑΒΗΤΤΟΥ	ΣΑΡΑΝΤΑΠΗΧΟΥ & ΠΑΛΙΓΓΕΝΕΣΙΑΣ
4	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΛΑΥΘΜΩΝΟΣ	ΣΤΑΔΙΟΥ & ΔΡΑΓΑΤΣΑΝΙΟΥ
5	ΛΟΦΟΣ ΣΤΡΕΦΗ	ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΜΠΕΝΑΚΗ & ΕΙΡΗΝΗΣ ΑΘΗΝΑΙΑΣ
6	ΠΛΑΤΕΙΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ (ΚΟΥΜΟΥΝΔΟΥΡΟΥ)	ΠΕΙΡΑΙΩΣ & ΠΛ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ
7	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ & ΒΑΣ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
8	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ	ΠΑΛΑΜΗΔΙΟΥ & ΠΛΑΤΩΝΟΣ
9	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ & ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ
10	108 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ & ΚΠΧ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΟΥΝΤΟΥΡΙΟΤΟΥ, ΚΟΥΚΑΚΙ
11	111 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ & ΚΠΧ	ΟΛΥΜΠΙΑΝΗΣ & ΔΙΟΧΑΡΟΥΣ
12	ΠΑΡΚΟ ΛΟΓΓΙΝΟΥ	ΛΟΓΓΙΝΟΥ & ΣΑΡΒΟΛΟΥ
13	213 ΑΘΛΗΤ. ΚΕΝΤΡΟ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΥΤΑ
14	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ ΚΥΝΗΓΟΥ	ΛΕΩΦ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ & ΚΑΣΟΜΟΥΛΗ
15	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΝΕΚΡΑΤΟΥΣ	ΜΕΝΕΚΡΑΤΟΥΣ & ΠΝΥΝΤΑΓΟΡΑ
16	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	ΣΤΥΔΑΜΑΝΤΟΣ & ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
17	ΑΛΣΟΣ ΘΗΣΕΙΟΥ	ΚΑΤΕΧΑΚΗ & ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ
18	ΑΛΣΟΣ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ	ΣΤΗΣΙΚΛΕΟΥΣ & ΤΡΩΩΝ
19	ΑΛΣΟΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΠΛΑΤΩΝΟΣ	ΜΟΝΑΣΤΗΡΙΟΥ & ΔΡΑΚΟΝΤΟΣ
20	ΛΟΦΟΣ ΣΚΟΥΖΕ	ΑΘΑΜΑΝΙΑΣ & ΒΟΝΙΤΣΗΣ

Πηγή: <http://www.patt.gov.gr/> , ίδια επεξεργασία

Ήδη από τη μελέτη του πίνακα 2, διαπιστώνεται πως οι χώροι καταφυγής που προτείνει η περιφέρεια επαρκούν σε εμβαδόν, όμως ο δήμος δεν έχει τις ίδιες ανάγκες παντού. Οι πυκνοδομημένες γειτονίες έχουν αυξημένες ανάγκες. Έτσι με τη βοήθεια του street view στο google maps εντοπίζονται και άλλοι κατάλληλοι χώροι που μπορούν να δεχθούν πληθυσμό. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία ψηφιοποιούνται και αυτοί οι χώροι συμπληρώνοντας το ήδη υπάρχον layer. Οι τελικοί χώροι καταφυγής απεικονίζονται στον χάρτη 9.4.



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Πίνακας 4 – Χαρακτηριστικά Χώρων Καταφυγής

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ	
ΕΜΒΑΔΟΝ ΤΕΛΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ	3.821.907 τ.μ.
ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ	1.910.953 άτομα

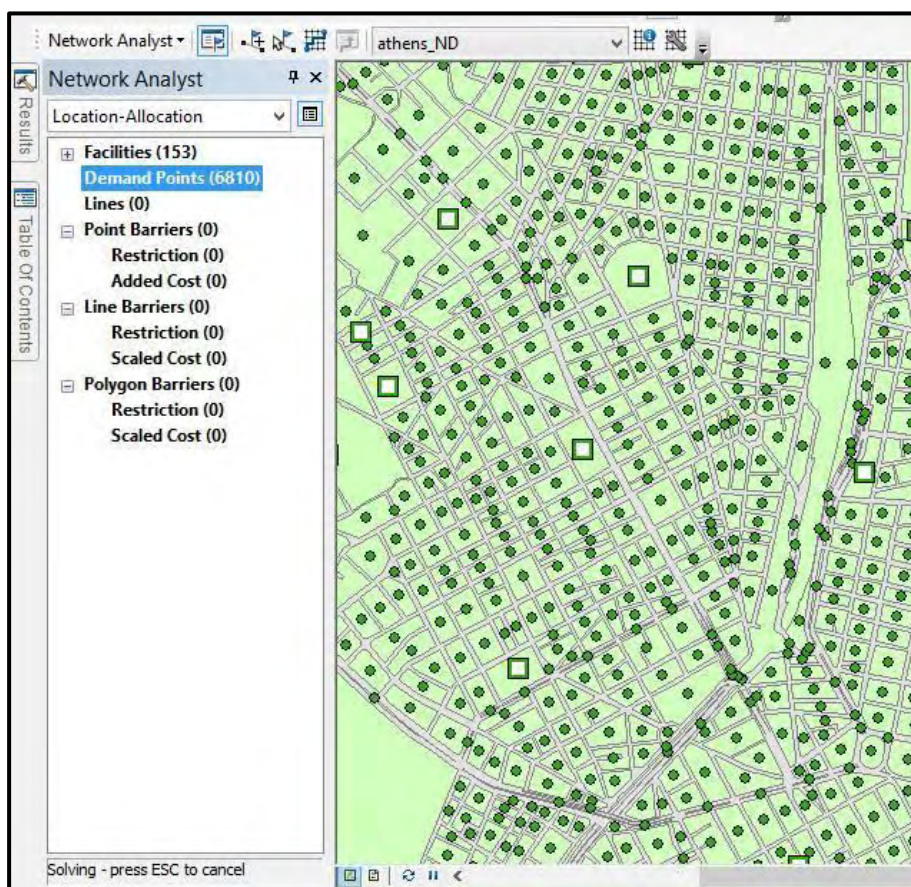
Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, ιδία επεξεργασία

Για τη διαδικασία της χωροθέτησης – κατανομής, γίνεται χρήση της επέκτασης Network Analyst. Η κατανομή θα γίνει με τη βοήθεια του εργαλείου location – allocation. Η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του εργαλείου, έγινε αναλυτικά στο κεφάλαιο 8.4. Θα πρέπει το αρχείο που προέκυψε στο προηγούμενο στάδιο, με την κατανομή του πληθυσμού, να μετατραπεί σε σημειακό από πολυγωνικό. Κατά τα γνωστά, με την εντολή feature to point προκύπτει το τελικό αρχείο προς κατανομή (oik_plith_point). Αυτό σε συνδυασμό με το αρχείο των ελευθέρων χώρων (xwroi_katafugis), είναι αυτά τα οποία θα συμμετάσχουν στη διαδικασία του location – allocation.

Εφαρμόζεται λοιπόν, η χωροθέτηση – κατανομή, λαμβάνοντας ως facilities τους ελεύθερους χώρους, 153 στον αριθμό και ως demand points επιλέγονται τα σημεία των κέντρων βάρους των πολυγώνων των οικοδομικών τετραγώνων (εικόνα 9).

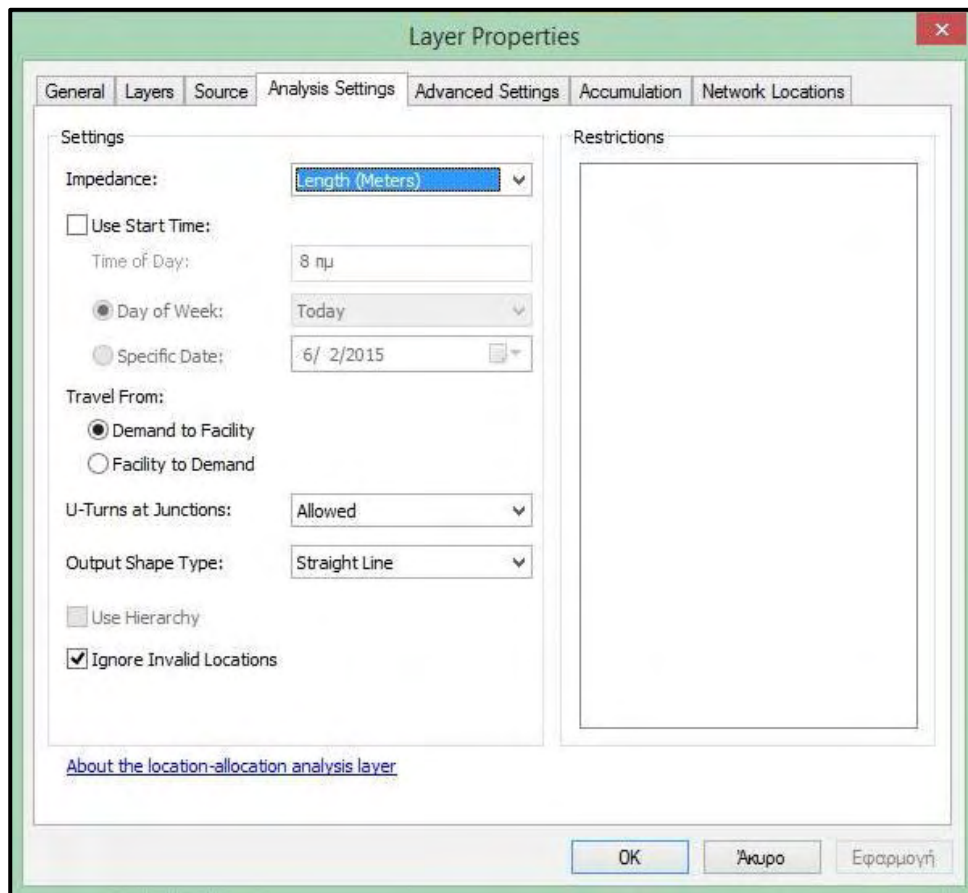
Για την εφαρμογή της ανάλυσης επιλέγονται να εφαρμοστούν συγκεκριμένες επιλογές, όπως ότι οι μετακινήσεις να γίνονται από τα σημεία ζήτησης προς τα σημεία εξυπηρέτησης (demand to facilities) (εικόνα 10).

Εικόνα 9 - Διαδικασία location-allocation. Facilities & Demand Points



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Εικόνα 10 - Διαδικασία location-allocation. Demand to Facilities

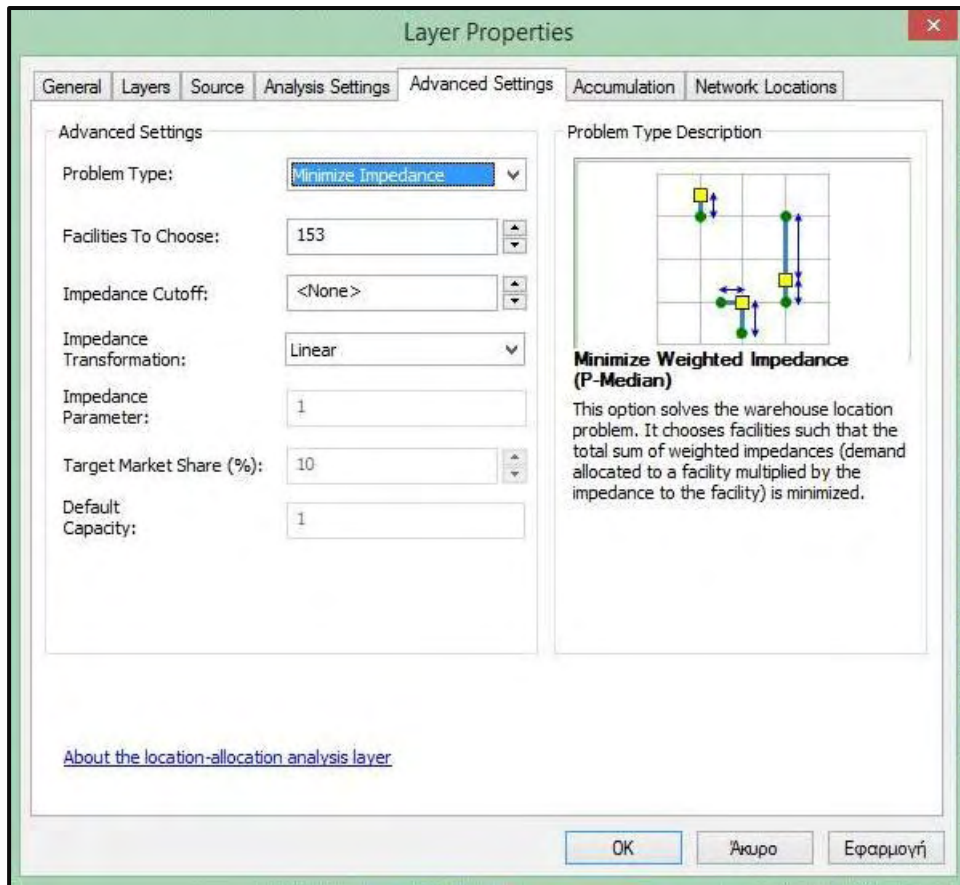


Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Επίσης, στο πεδίο impedance (αντίσταση – κόστος), επιλέγεται το length (meters), ώστε οι υπολογισμοί μείωσης της απόστασης να γίνονται βάσει του μήκους. Δεδομένου ότι δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία για το διανυόμενο χρόνο ανά τόξο οδικού δικτύου για ληφθεί υπόψη ο χρόνος αντί του μήκους τόξου. Εξάλλου σε συνθήκες εκτάκτου ανάγκης, δεν λειτουργεί η πόλη ως προς τη κυκλοφορία των οχημάτων, όπως σε μια φυσιολογική κατάσταση.

Επιπλέον η εκκένωση του πληθυσμού γίνεται με τη χρήση πεζοδρομικού δικτύου, οπότε το μήκος των τόξων του δικτύου είναι αυτό που ενδιαφέρει. Ως προς τα υπόλοιπα στοιχεία της ανάλυσης, επιλέγεται η χρήση του minimize impedance όπως είχε αναφερθεί και στη μεθοδολογία στο κεφάλαιο 8.4.4.1. Τα κέντρα που πρέπει να επιλεγούν είναι 150, οι ελεύθεροι χώροι δηλαδή (εικόνα 11).

Εικόνα 11 - Διαδικασία location-allocation. Minimize Impedance

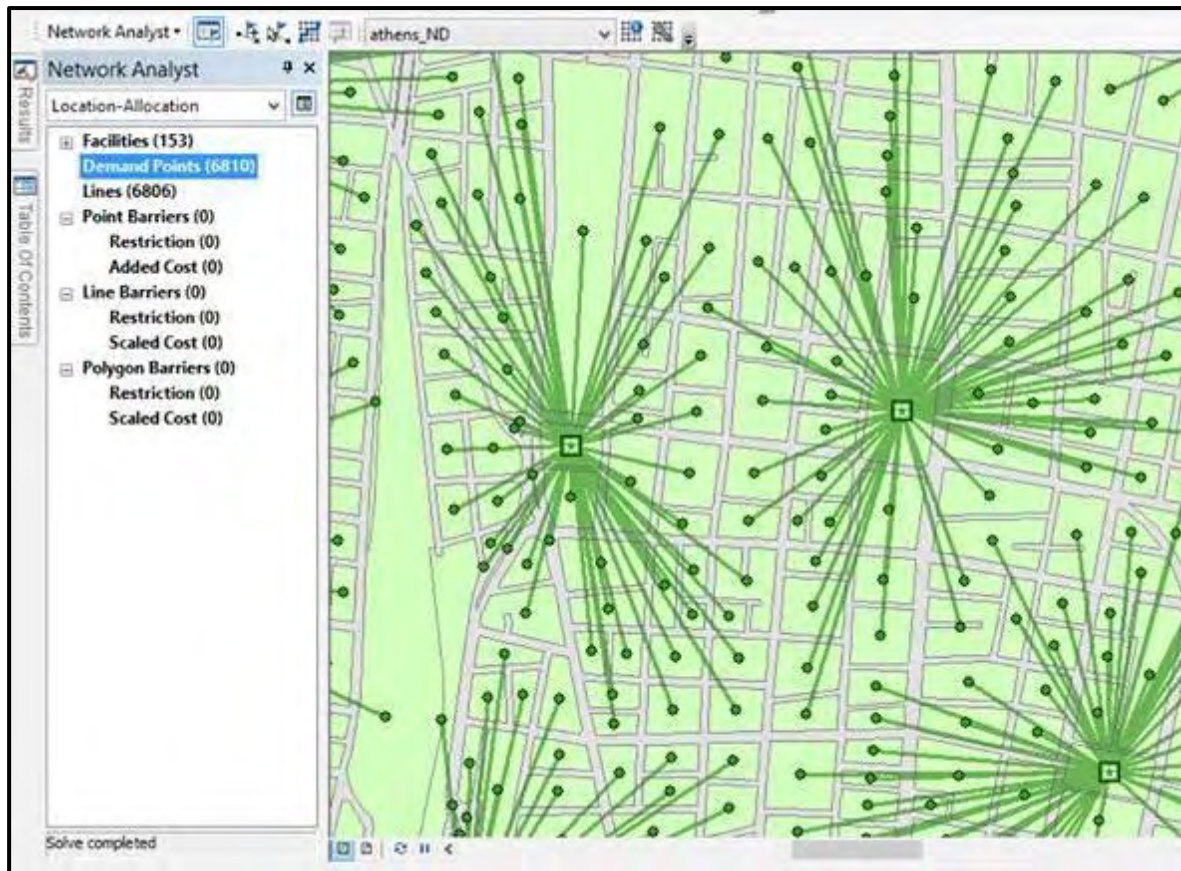


Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Κατόπιν επιλέγουμε την εντολή solve του Network Analyst για την εφαρμογή της εντολής του location allocation.

Λόγω της ξαφνικής εμφάνισης του φαινομένου του σεισμού, αλλά και λόγω των καταστάσεων πανικού που επιφέρει στους πολίτες, ως διαδρομή εκκένωσης επιλέγεται η συντομότερη (Song et.al., 2009).

Εικόνα 12 – Δημιουργία του layer του location allocation

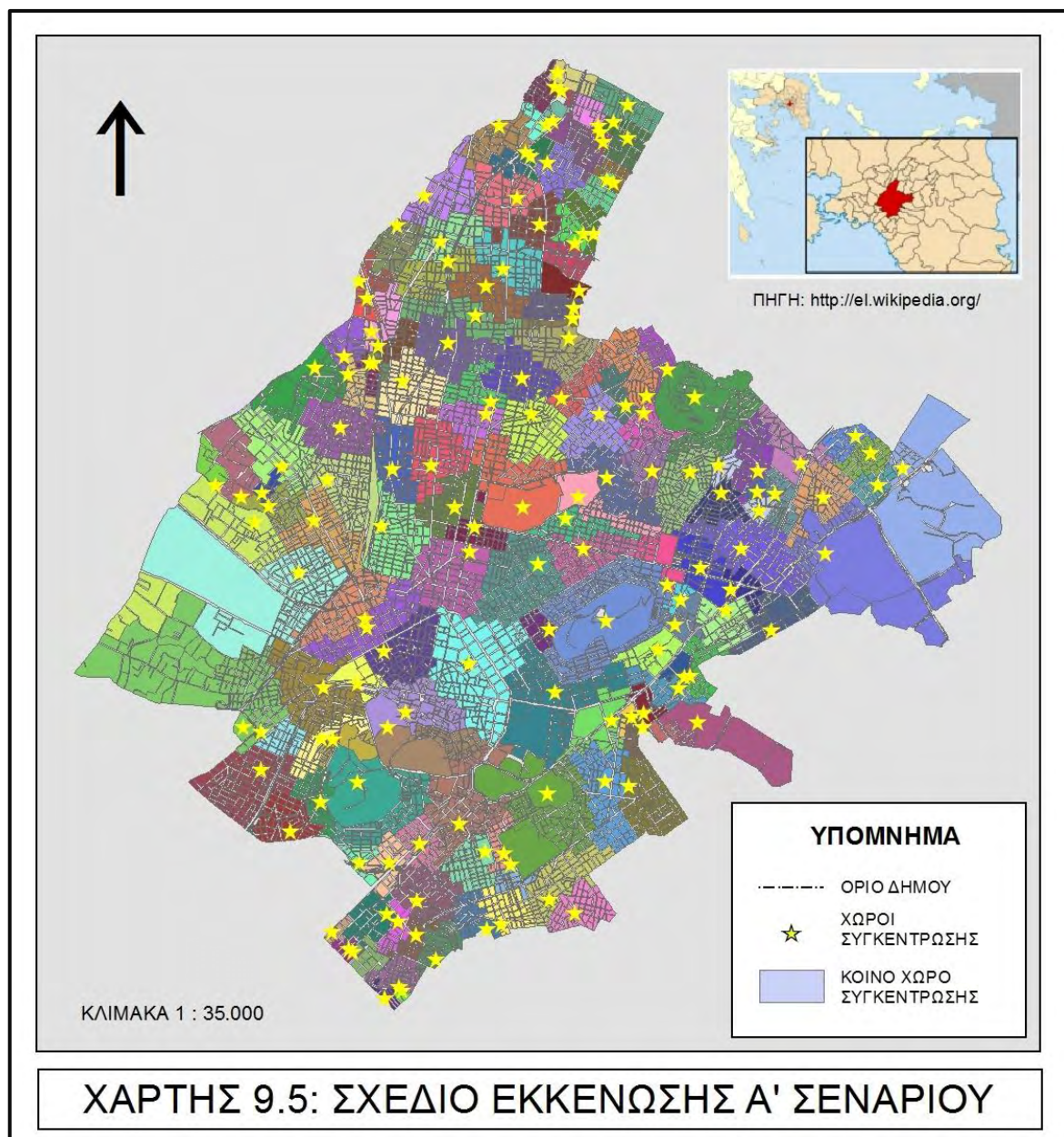


Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια επιλύεται το πρόβλημα της χωροθέτησης – κατανομής και καταλήγουμε στον χάρτη του τρόπου εκκένωσης των διαφόρων οικοδομικών τετραγώνων (χάρτης 9.5).

Εκτός, όμως από την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους καταφυγής, είναι σημαντικό να εντοπιστούν και οι βέλτιστες διαδρομές για την προσέγγιση των φορέων πολιτικής προστασίας στους χώρους καταφυγής.

Σύμφωνα με το σχέδιο Ξενοκράτης ως φορείς πολιτικής προστασίας αναφέρονται η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.), το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.), η Ελληνική Αστυνομία (ΕΛ.ΑΣ.), το Πυροσβεστικό Σώμα (Π.Σ.), το Λιμενικό Σώμα (ΛΣ. ΕΛΑΚΤ) και το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (Γ.Ι.) (<http://civilprotection.gr/>). Για το συγκεκριμένο παράδειγμα οι φορείς που πρέπει να μπορούν να προσεγγίσουν της πληγείσες περιοχές είναι το Ε.Κ.Α.Β., η ΕΛ.ΑΣ. και το Π.Σ.

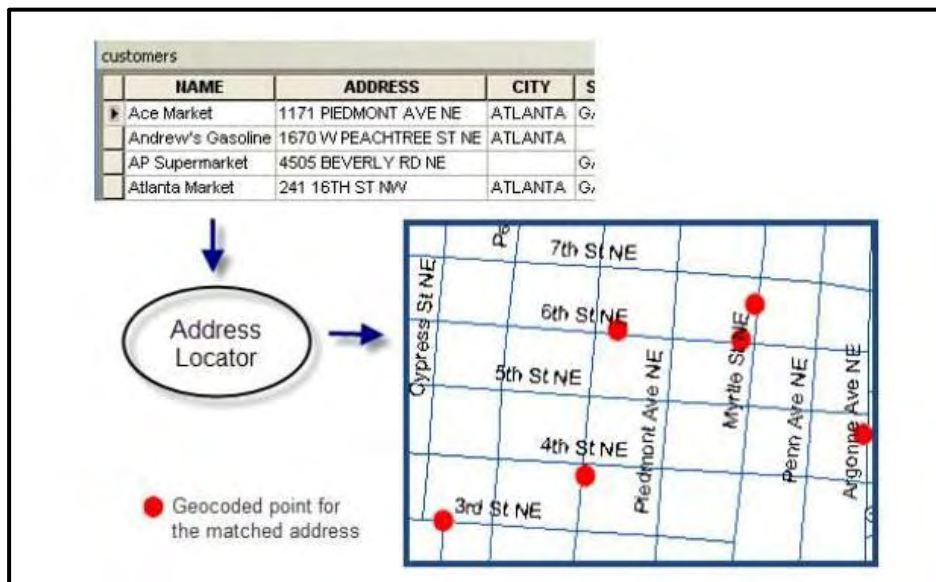


Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Οι πληροφορίες αυτές δεν υπήρχαν σαν ψηφιοποιημένο αρχείο shape file, επομένως αναζητήθηκαν και βρέθηκαν οι διευθύνσεις των αστυνομικών τμημάτων, των πυροσβεστικών σταθμών και των δημόσιων νοσοκομείων εντός των ορίων του δήμου Αθηναίων και δημιουργήθηκε ένα αρχείο excel. Για τους καταλόγους λοιπόν με τις διευθύνσεις έπρεπε να ακολουθηθεί η διαδικασία της γεωκωδικοποίησης, προκειμένου να μπορούν να απεικονιστούν σε περιβάλλον GIS.

Στη συνέχεια έπρεπε να τροποποιηθεί και διορθωθεί η μορφή των διευθύνσεων των φορέων της πολιτικής προστασίας, ώστε να ταυτίζεται με το αρχείο του οδικού δικτύου που ήταν διαθέσιμο. Για να είναι εφικτή η γεωκωδικοποίηση, έπρεπε να δημιουργηθεί στο περιβάλλον του ArcGIS, ένα Address locator για τον εντοπισμό των διευθύνσεων που θα εισάγονταν. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκε το γραμμικό αρχείο του οδικού δικτύου, με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του. Σε επόμενη φάση και με τη χρήση του εργαλείου Geocode addresses, (εικόνα 13) πραγματοποιήθηκε η απεικόνιση των επιχειρήσεων επί του χάρτη της πόλης και δημιουργήθηκαν τα σημειακά αρχεία που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για την εξέλιξη της ανάλυσης.

Εικόνα 13 – Διαδικασία Γεωκωδικοποίησης



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

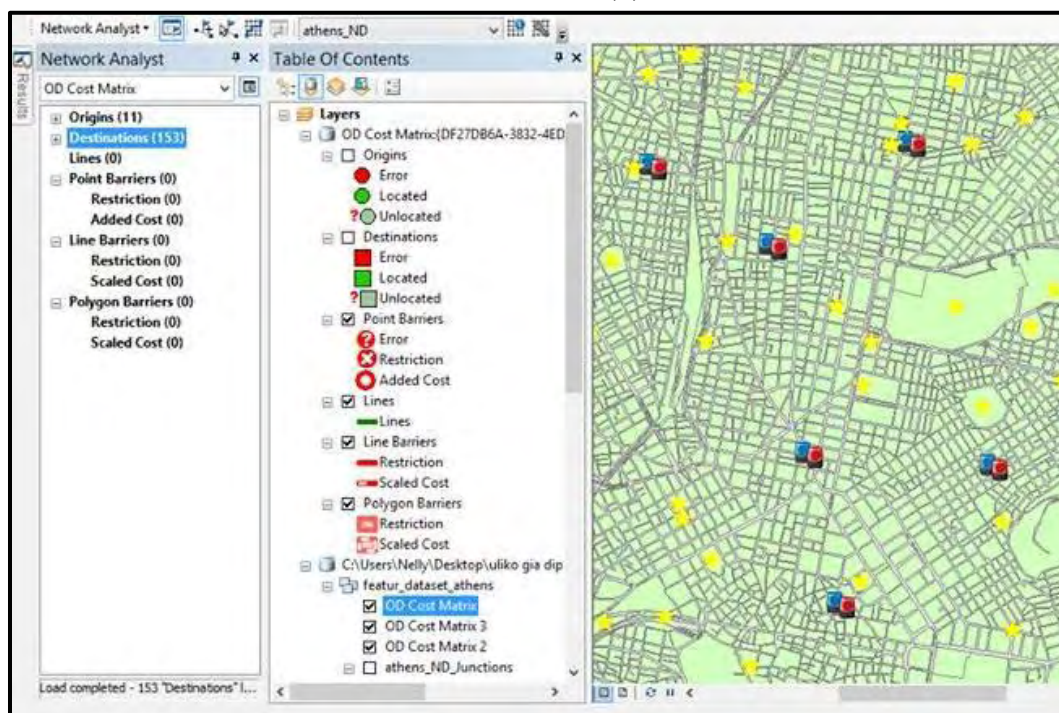
Στην συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες από τις βέλτιστες διαδρομές που έγινε με τη χρήση του Network Analyst του ArcGIS 10.1. Για την επίλυση των βέλτιστων διαδρομών ελήφθη υπόψη μόνο το μήκος των τόξων του οδικού δικτύου, καθώς σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης δεν λειτουργεί ομαλά το οδικό δίκτυο ως προς τους χρόνους προσπέλασης. Επίσης δεν ελήφθησαν υπόψη οι μονοδρομήσεις, καθώς τα οχήματα της αστυνομίας, της πυροσβεστικής και τα ασθενοφόρα μπορούν να εισέλθουν σε μονόδρομους, με την προϋπόθεση ύπαρξης τροχονόμων σε κομβικά σημεία που θα ρυθμίζουν την κυκλοφορία. Για το λόγο αυτό προβλέπεται σε βασικούς κόμβους, να βρίσκονται τροχονόμοι.

Ο υπολογισμός των αποστάσεων γίνεται με τη χρήση του δικτύου. Οι αποστάσεις δηλαδή είναι δικτυακές, έτσι είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα, σε σχέση με τις ευκλείδειες, ή τις παραλληλογραμμικές (Manhattan).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε και κάποια ενδεικτικά αποτελέσματα. Δεδομένου του πλήθους και των φορέων πολιτικής προστασίας αλλά και των χώρων καταφυγής δεν ήταν εφικτό να παρατεθεί το σύνολο των πινάκων των αποτελεσμάτων.

Εφαρμόστηκε η εντολή OD COST MATRIX του μενού Network Analyst του ArcGis για τους 3 φορείς που έπρεπε να προσεγγίσουν τους χώρους συγκέντρωσης, θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα βήματα για τα αστυνομικά τμήματα και κατόπιν οι πίνακες αποτελεσμάτων για τα νοσοκομεία και τους πυροσβεστικούς σταθμούς. Έτσι από το μενού του Network Analyst επιλέγουμε New od cost matrix θέτουμε origins τα 11 αστυνομικά τμήματα και destinations τους 153 χώρους καταφυγής. Με την εντολή solve επιλύεται το πρόβλημα και δημιουργείται το layer lines.

Εικόνα 14 – Διαδικασία OD COST MATRIX (α)

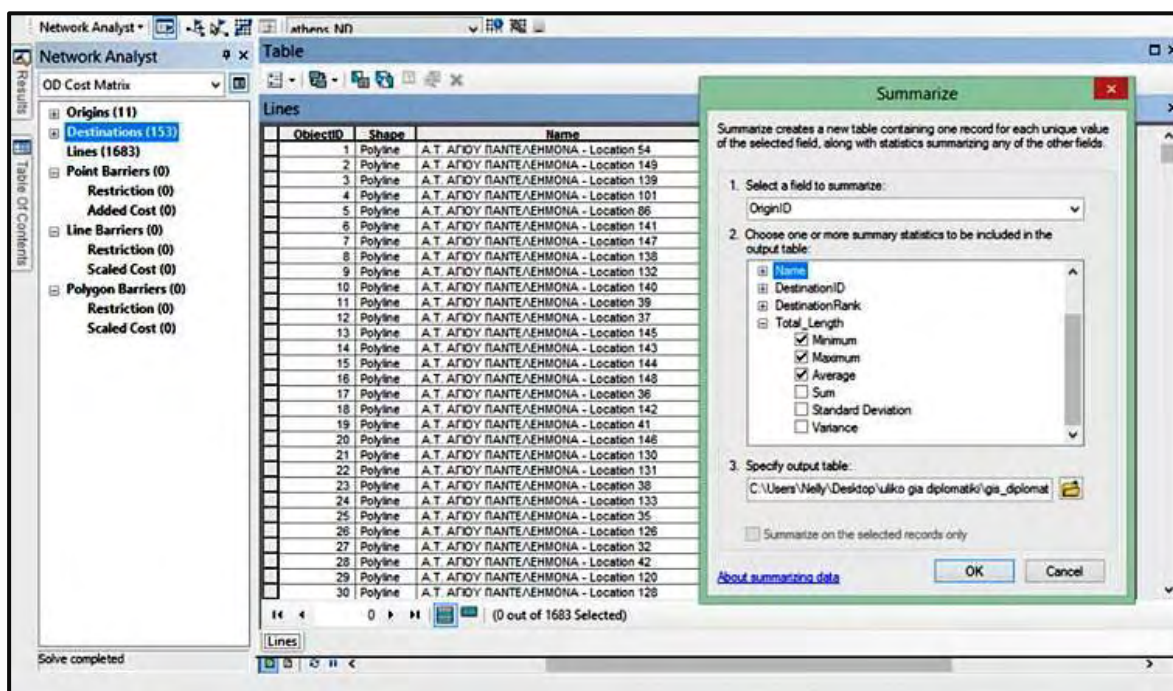


Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Κατόπιν ανοίγουμε το attribute table του layer όπου μπορούμε να δούμε την απόσταση κάθε αστυνομικού τμήματος από κάθε χώρο καταφυγής, για να αποκτήσουμε όμως μια πιο σφαιρική εικόνα για τις αποστάσεις για κάθε αστυνομικό τμήμα πηγαίνουμε στη στήλη

originID και με την εντολή summarize επιλέγοντας τα πεδία Minimum, Maximum, Average προκύπτει ένας συνοπτικός πίνακας με την μικρότερη, την μεγαλύτερη αλλά και τη μέση απόσταση.

Εικόνα 15 - Διαδικασία OD COST MATRIX (β)



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

9.2.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας και την ανάλυση του σεναρίου που προηγήθηκε στους διάφορους χάρτες, διαπιστώνονται κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία, τα οποία θα παρουσιαστούν σαν συμπεράσματα.

Από την ανάλυση με τη χρήση του δικτύου και την εφαρμογή Network Analyst, βρέθηκε για το σύνολο των ελεύθερων χώρων, η μέση, η μέγιστη και η ελάχιστη απόσταση των χώρων αυτών, από την αστυνομία, την πυροσβεστική και τις βάσεις των ασθενοφόρων του ΕΚΑΒ.

Στις παρακάτω εικόνες (εικόνες 16,17,18) βλέπουμε ενδεικτικά τις διανυόμενες αποστάσεις από αστυνομικά τμήματα, πυροσβεστικούς σταθμούς και νοσοκομεία. Δεδομένου ότι τα αστυνομικά τμήματα έχουν την καλύτερη κατανομή στην περιοχή μελέτης είναι πιο εύκολη και άμεση η πρόσβαση, απ' ότι για παράδειγμα από τα

νοσοκομεία που παρουσιάζουν υψηλή συγκέντρωσης στο βορειοανατολικό τμήμα του δήμου (7^η δημοτική ενότητα), άρα εκ των πραγμάτων οι διανυόμενες αποστάσεις είναι πολύ μεγαλύτερες προς τους χώρους καταφυγής απομακρυσμένων τμημάτων του δήμου. Ομοίως και για τους πυροσβεστικούς σταθμούς οι οποίοι είναι συγκεντρωμένοι στο νότιο τμήμα του δήμου.

Εικόνα 16 – Τελικός Πίνακας για τα Αστυνομικά Τμήματα

OID	OriginID	Count	OriginID	Minimum Total Length	Maximum Total Length	Average Total Length
0	1	150		167,753084	5863,825664	3268,6042
1	2	150		235,670651	6441,236357	3359,0619
2	3	150		401,339526	6504,084705	3988,5385
3	4	150		356,974511	5853,758501	3262,4643
4	5	150		167,241583	6464,291614	3624,683
5	6	150		102,331566	6334,238592	3185,0971
6	7	150		390,063015	7997,829932	4108,0814
7	8	150		593,089596	5650,367246	3184,1974
8	9	150		245,651607	7910,798177	4081,2571
9	10	150		215,096796	8297,043756	4042,5398
10	11	150		639,074061	7490,627924	3780,1105

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Εικόνα 17– Τελικός Πίνακας για τους Πυροσβεστικούς Σταθμούς

OID	OriginID	Count	OriginID	Minimum Total Length	Maximum Total Length	Average Total Length
0	1	150		224,911909	6450,228661	3440,2031
1	2	150		669,542331	6771,007615	4339,6492
2	3	150		354,107331	7359,349867	4082,9079
3	4	150		318,131152	7169,685016	3624,6455

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Ο δήμος Αθηναίων όμως δεν αποτελεί ένα αποκομμένο πολεοδομικό συγκρότημα, συνεπώς σε εκδήλωση ενός τέτοιου φαινομένου είναι απαραίτητη η συντονισμένη δράση των φορέων πολιτικής προστασίας και των γειτονικών δήμων. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, είναι απαραίτητο να υπάρχει διασπορά των διατιθέμενων μέσων, ώστε να υπάρχει πλήρης κάλυψη και στο μικρότερο δυνατό χρόνο.

Εικόνα 18 – Τελικός Πίνακας για τα Νοσοκομεία

Table						
Sum_Output_3						
	OID	OriginID	Count OriginID	Minimum Total Length	Maximum Total Length	Average Total Length
	0	1	150	308,659471	5547,896273	3307,1177
	1	2	150	218,748951	7933,291631	3928,1873
	2	3	150	303,200423	7587,834354	4993,6925
	3	4	150	463,956769	7748,590699	5154,4488
	4	5	150	196,790605	7766,084245	5159,0403
	5	6	150	147,752211	6002,572684	3610,3035
	6	7	150	357,576521	5992,892313	3680,1348
	7	8	150	174,778517	7225,484366	3922,7867
	8	9	150	671,60035	7221,641409	3738,6932
	9	10	150	236,057824	6650,212345	3673,2182
	10	11	150	293,4187	6788,706286	3767,1808
	11	12	150	375,052027	7004,32658	3814,2742
	12	13	150	291,695744	6934,797862	3825,5761
	13	14	150	161,74753	7660,333182	4043,3071
	14	15	150	429,869062	6880,003904	4353,5738
	15	16	150	404,927767	6811,197663	4299,0656
	16	17	150	116,101119	6681,972392	3882,1065
	17	18	150	404,73247	6988,290314	4218,5589
	18	19	150	623,58858	6806,958854	4251,4106
	19	20	150	560,648118	7029,23342	4387,3531
	20	21	150	414,009835	6514,753544	3748,6779
	21	22	150	377,394974	8377,322011	5743,642
	22	23	150	267,59856	6662,107869	3255,1762
	23	24	150	342,995267	8905,382406	4605,3793
	24	25	150	295,216328	7928,01932	3907,437

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Επιπλέον, ως προς την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους καταφυγής, παρατηρούνται διαφορές αναλόγως των περιοχών του δήμου. Ο δήμος κατά τόπους και κυρίως στα πιο πυκνοκατοικημένα σημεία του, απαιτεί τη δημιουργία περισσότερων ελεύθερων χώρων, ώστε να καλύψει τη διπλή απαίτηση της εκκένωσης. Δηλαδή και να «χωράει» το μέγιστο δυνατό πληθυσμό, αλλά και να τον εκκενώνει με το συντομότερο χρόνο. Βέβαια αυτό δεν είναι εύκολο, διότι ο δήμος Αθηναίων είναι αν όχι ο πιο πυκνοδομημένος σίγουρα ένας από τους πιο πυκνοδομημένους δήμους οπότε είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν καινούργιοι χώροι καταφυγής.

Στον παραπάνω πίνακα δίνεται ένα τμήμα μόνο των ελεύθερων χώρων, εξαιτίας του μεγάλου πλήθους τους ολόκληρος ο πίνακας παρατίθεται στο παράρτημα. Παρατηρείται πως υπάρχουν ελεύθεροι χώροι οι οποίοι έχουν υπέρβαση της φέρουσας ικανότητάς τους (χώροι με σκίαση), και χώροι οι οποίοι έχουν μεγάλα κενά. Το πρόβλημα κυρίως εντοπίζεται στις πυκνοδομημένες περιοχές του δήμου.

Πίνακας 5 - Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους αδράνειας της πόλης για κάποιους χώρους ενδεικτικά

ΤΕΛΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Α' ΣΕΝΑΡΙΟΥ					
Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
1	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	13776	9	648	13128
2	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1383	3	0	1383
3	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	2928	4	78	2850
4	ΑΛΣΟΣ	2510	16	761	1749
5	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1678	8	547	1131
6	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	8938	35	4018	4920
7	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	11713	46	8028	3685
8	ΠΛΑΤΕΙΑ	3780	35	4569	-789
9	ΠΛΑΤΕΙΑ	466	48	7143	-6677
10	ΠΛΑΤΕΙΑ	2605	53	6240	-3635
11	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1729	16	1774	-45
12	ΠΛΑΤΕΙΑ	395	7	1032	-637
13	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1596	36	4008	-2412
14	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3017	46	3414	-397
15	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	341	15	1084	-743
16	ΠΛΑΤΕΙΑ	1165	6	353	812

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Διάγραμμα 2 – Πληρότητα χώρων καταφυγής για το Α' σενάριο

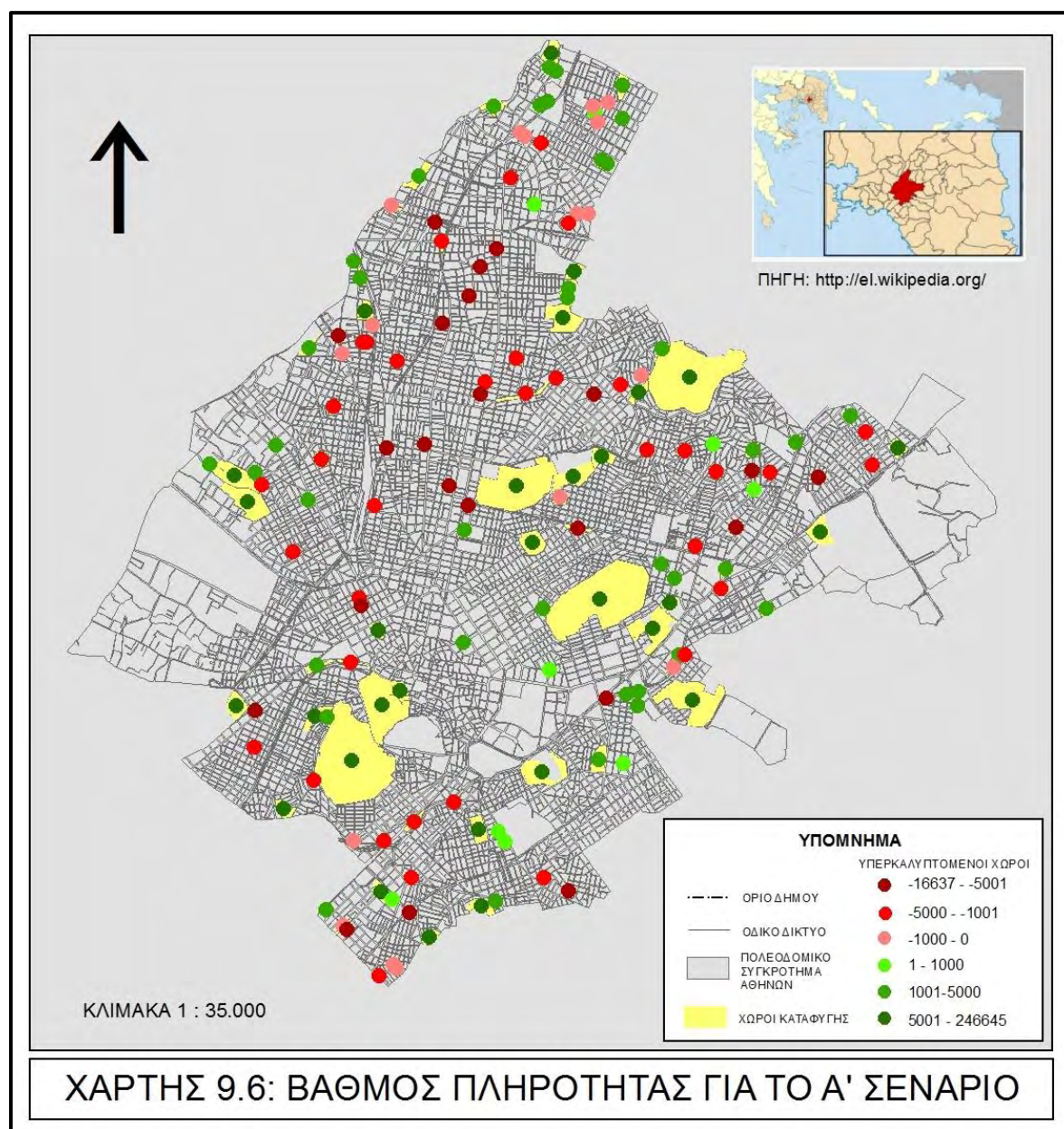


Πηγή: ιδία επεξεργασία

Από τον πίνακα και τα διαγράμματα παραπάνω, αλλά και από τον χάρτη 9.6 που ακολουθεί είναι φανερό πως οι χώροι καταφυγής δεν καλύπτουν ομοιόμορφα τις ανάγκες του πληθυσμού. Ενδεικτικά, με μόνο κριτήριο την ελάχιστη συνολικά διανυόμενη απόσταση, ο ελεύθερος χώρος με κωδικό 9, έχει φέρουσα ικανότητα 466 άτομα, και το προσεγγίζουν με βάση την ανάλυση 7323 άτομα. Προφανώς κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό.

Στον χάρτη 9.6 που ακολουθεί παρατηρείται πως κυρίως στο κεντρικό και βόρειο κομμάτι του δήμου (που αντιστοιχεί στις δημοτικές ενότητες 4,6,7) είναι οι χώροι που δέχονται τον περισσότερο πληθυσμό.

Παρατηρείται επίσης ότι στους χώρους οι οποίοι υπερκαλύπτονται από την προσέλευση κόσμου υπάρχει απαίτηση για υποδοχή και περισσότερων. Αυτοί οι χώροι απεικονίζονται με σκούρο κόκκινο χρώμα στο χάρτη. Υπάρχουν όμως και χώροι περιμετρικά στα όρια του δήμου, οι οποίοι δεν προσεγγίζουν την φέρουσα ικανότητά τους και μπορούν να δεχθούν επιπλέον κόσμο και αυτό φαίνεται στο χάρτη, όσο πηγαίνουμε από το έντονο κόκκινο προς το σκούρο πράσινο τόσο οι χώροι έχουν περιθώριο να δεχθούν και άλλο πληθυσμό. Συνεπώς παρατηρούμε πως ένα κρίσιμο σημείο θα ήταν η ανακατανομή του πληθυσμού σε δεύτερη φάση προς τους χώρους εκείνους που μπορούν να υποδεχθούν επιπλέον κόσμο.



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

9.3 ΣΕΝΑΡΙΟ Β' – Η ΠΟΛΗ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

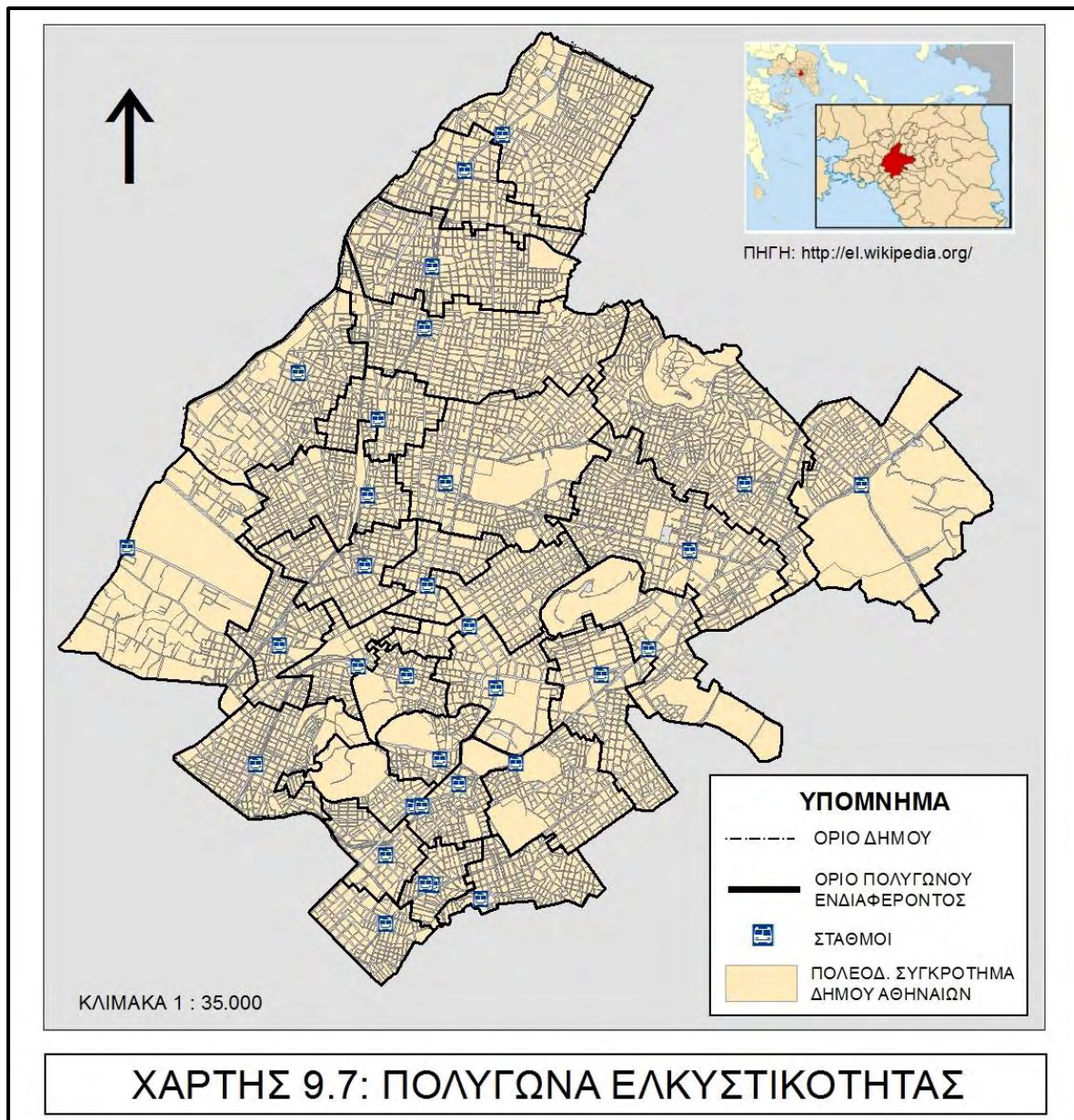
Στην δεύτερη αυτή προσέγγιση, καλούμαστε να διαμορφώσουμε μια εικόνα για την κίνηση του πληθυσμού στο δήμο. Φυσικά αυτό δεν είναι κάτι που μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια ειδικά στα πλαίσια εκπόνησης διπλωματικής εργασίας, για το λόγο αυτό θα διαμορφωθούν ένας πίνακας ελκυστικότητας που θα οδηγήσει στην κατανομή του πληθυσμού και στη λύση εκκένωσης. Αυτό αποτελεί μια προσέγγιση του προβλήματος και φυσικά μπορεί να υπάρξει με πολλές παραλλαγές.

Με βάση τα δεδομένα που έχουμε στην διάθεση μας δεν μπορούμε να εξάγουμε λογικά συμπεράσματα για την κίνηση πληθυσμού σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου και επίσης αποτελεί ρίσκο ακόμη και η προσπάθεια να βαθμολογήσουμε την ελκυστικότητα σε επίπεδο απογραφικού τομέα. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα να δημιουργήσουμε εκ νέου μια χωρική ενότητα να δούμε τι χαρακτηριστικά συγκεντρώνει και αναλόγως να βαθμολογήσουμε την ελκυστικότητα που θα μπορούσε να έχει.

Δημιουργούνται έτσι 30 υπό-περιοχές του δήμου με βασικό κριτήριο τις στάσεις των μέσων σταθερής τροχιάς. Ο δήμος Αθηναίων αποτελεί το κεντρικότερο σημείο του λεκανοπεδίου Αττικής, συγκεντρώνοντας πλήθος λειτουργιών και εξυπηρετήσεων συνεπώς διατρέχεται από όλες τις γραμμές των μέσων σταθερής τροχιάς ενώνοντας το κέντρο με τα προάστια. Οι σταθμοί των μέσων είναι χωροθετημένοι σε σημεία κόμβους ώστε να διευκολύνουν τις μετακινήσεις. Σε αυτό στηρίχτηκε ο τρόπος δημιουργίας πολυγώνων ενδιαφέροντος.

Αρχικά δημιουργείται ένα σημειακό αρχείο με τους σταθμούς (μετρό, ηλεκτρικού και τραμ) και στη συνέχεια με την εντολή create thiessen polygons του μενού analysis tools δημιουργούνται πολύγωνα. Με τη μέθοδο αυτή, δημιουργούνται πολύγωνα, των οποίων οι πλευρές προκύπτουν από την τομή των μεσοκαθέτων μεταξύ δύο γειτονικών σημείων. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι πολύγωνα με ευθείες πλευρές που τέμνουν τους απογραφικούς τομείς κάνοντας τους να ανήκουν σε δυο πολύγωνα γι αυτό τα όρια τους προσαρμόζονται ώστε να είναι σαφές πόσους απογραφικούς τομείς περιέχουν.

Τελικά όπως φαίνεται και στον χάρτη 9.7, προκύπτουν 30 περιοχές ενδιαφέροντος, οι οποίες θα βαθμολογηθούν για την ελκυστικότητα τους και κατόπιν θα κατανεμηθεί ο πληθυσμός στους αντίστοιχους απογραφικούς τομείς που περιέχουν με τη βοήθεια του μοντέλου Huff.

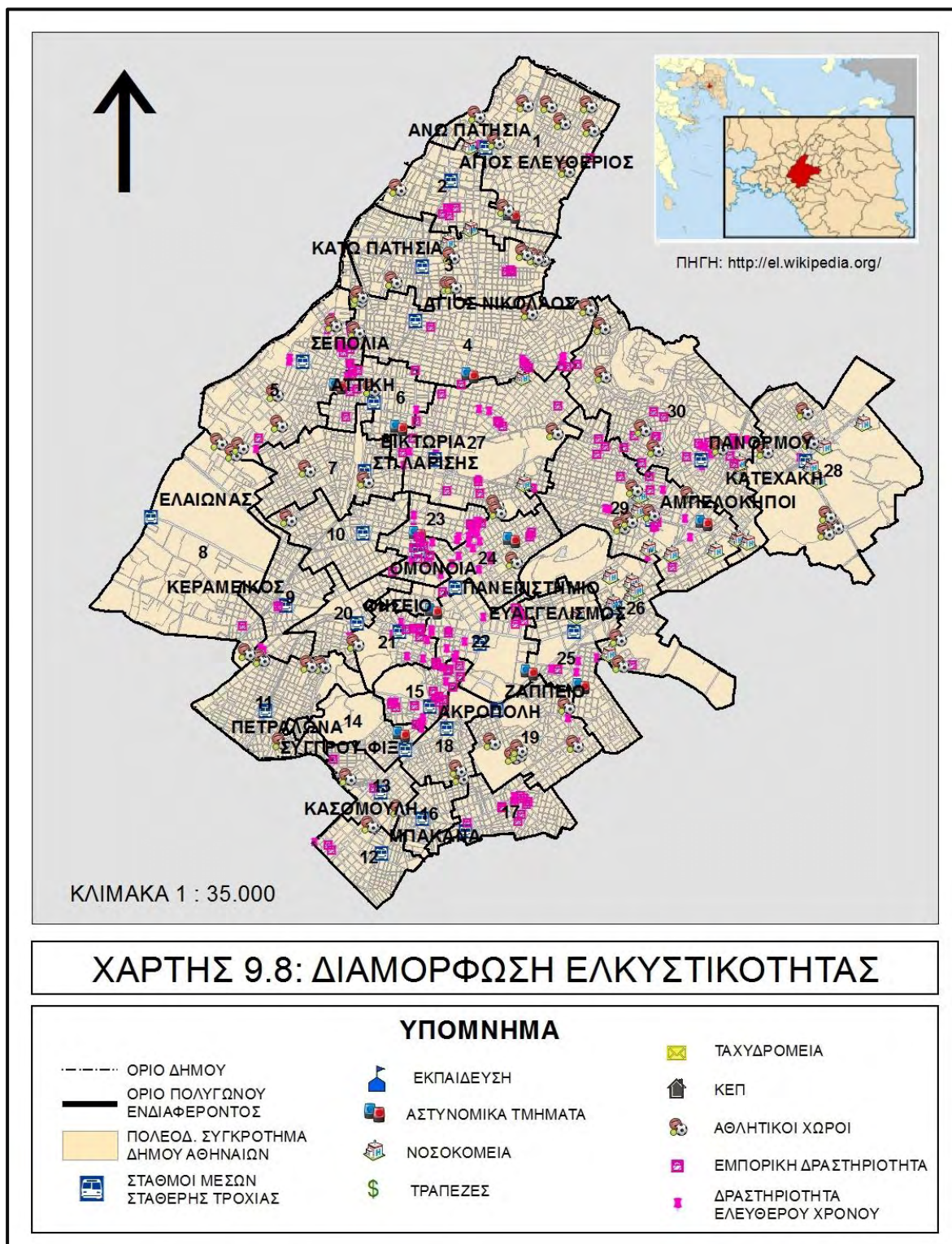


Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Αρχικά δημιουργήθηκαν 4 Γενικές Κατηγορίες μεταβλητών οι οποίες κρίνεται πως θα επηρεάσουν την διαμόρφωση της ελκυστικότητας καθενός από τα 30 πολύγωνα ενδιαφέροντος. Αυτές είναι:

- ❖ Άμεσες ανάγκες (αστυνομικά τμήματα, νοσοκομεία)
- ❖ Εκπαίδευση (μονάδες όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης)
- ❖ Υπηρεσίες (τράπεζες, ταχυδρομεία, ΚΕΠ)
- ❖ Ελεύθερος χρόνος (αθλητικοί χώροι, εμπορικές δραστηριότητες και χώροι αναψυχής)

Κύρια πηγή για τη δημιουργία των παραπάνω layer ήταν το geofabric, όσα δεν μπόρεσαν να βρεθούν έτοιμα ψηφιοποιήθηκαν εκ νέου. Δημιουργήθηκε έτσι ο χάρτης αποτύπωσης των δραστηριοτήτων στον οποίο μπορούμε να δούμε τα πολύγωνα με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση (χάρτης 9.8).



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Σε επόμενο στάδιο σύμφωνα με το ποσοστό δραστηριοτήτων που περιέχει κάθε περιοχή υπολογίζεται ένας συντελεστής λ που αντικατοπτρίζει την ελκυστικότητα κάθε περιοχής, ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί για τη δόμηση του μοντέλου Huff. Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται οι τιμές λ για κάθε μια περιοχή.

Πίνακας – 6 Συντελεστής Ελκυστικότητας Περιοχών

A/A	ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΛΚΥΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
1	ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	3,363518758
2	ΑΓΙΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	2,97542044
3	ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	3,104786546
4	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	4,915912031
5	ΣΕΠΟΛΙΑ	4,398447607
6	ΑΤΤΙΚΗ	2,716688228
7	ΣΤ. ΛΑΡΙΣΗΣ	1,552393273
8	ΕΛΑΙΩΝΑΣ	1,552393273
9	ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ	1,293661061
10	ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ	1,811125485
11	ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	1,423027167
12	ΜΠΑΚΑΝΑ	1,552393273
13	ΚΑΣΟΜΟΥΛΗ	2,199223803
14	ΣΥΓΓΡΟΥ ΦΙΞ	0,776196636
15	ΑΚΡΟΠΟΛΗ	4,915912031
16	ΝΕΟΣ ΚΟΣΜΟΣ	0,905562743
17	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	3,492884864
18	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	1,423027167
19	ΖΑΠΠΕΙΟ	3,234152652
20	ΘΗΣΕΙΟ	1,293661061
21	ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	2,457956016
22	ΣΥΝΤΑΓΜΑ	4,915912031
23	ΟΜΟΝΟΙΑ	4,657179819
24	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	5,821474774
25	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	3,363518758
26	ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	2,328589909
27	ΒΙΚΤΩΡΙΑ	6,338939198
28	ΚΑΤΕΧΑΚΗ	2,328589909
29	ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	9,184993532
30	ΠΑΝΟΡΜΟΥ	9,702457956

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με στόχο την καλύτερη αποτύπωση της ελκυστικότητας των περιοχών δίνεται και ο χάρτης 9.9 στον οποίο αποδίδεται η ελκυστικότητα με χρωματική διαβάθμιση, οι πράσινες περιοχές είναι οι πιο ελκυστικές, οι κίτρινες παρουσιάζουν μια ενδιάμεση ελκυστικότητα ενώ οι κόκκινες είναι λιγότερο ελκυστικές με βάση το πλήθος των δραστηριοτήτων που λήφθηκαν υπόψη.



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Όπως προαναφέρθηκε η κατανομή του πληθυσμού έγινε μέσω της εφαρμογής του μοντέλου Huff. Το μοντέλο Huff είναι ένα πιθανολογικό μοντέλο βαρύτητας που

χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του πληθυσμού μεταξύ ανταγωνιστικών πόλων έλξης. Εκφράζεται από τον τύπο:

$$P_{ij} = (\lambda/D_{ij}^2) / \sum_j (\lambda/D_{ij}^2)$$

Όπου: P_{ij} = Η πιθανότητα ο πληθυσμός να πάει από το i στο j

D_{ij} = Η απόσταση της περιοχής i από την j

λ = Η εκτιμώμενη παράμετρος που αντικατοπτρίζει την ελκυστικότητα

Κάνοντας τους υπολογισμούς σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο καταλήγουμε σε έναν πίνακα διπλής εισόδου στον οποίο αποτυπώνεται η πιθανότητα μετακίνησης από καθεμία από τις 30 περιοχές στις υπόλοιπες. Κατόπιν η πιθανότητα πολλαπλασιάζεται με τον πληθυσμό της κάθε περιοχής και έτσι προκύπτει ένας νέος πίνακας διπλής εισόδου στον οποίο φαίνεται το πλήθος των ανθρώπων από κάθε περιοχή σε όλες τις υπόλοιπες του οποίου ένα απόσπασμα παρατίθεται παρακάτω (πίνακας 7) ενώ το σύνολο του πίνακα παρατίθεται στο παράρτημα. Αθροίζοντας προκύπτει ο νέος πληθυσμός που πρέπει να κατανεμηθεί στην εν λόγω περιοχή. Η κατανομή τώρα γίνεται με βάση το πόσο κοντά είναι κάθε Ο.Τ. της εν λόγω περιοχής στον χωρικό μέσω των δραστηριοτήτων της ίδιας περιοχής. Στον πίνακα 8 φαίνεται ο πληθυσμός κάθε περιοχής σύμφωνα με την απογραφή καθώς και ο πληθυσμός μετά τον υπολογισμό της ελκυστικότητας.

Πίνακας 7 – Μετακίνηση Πληθυσμού μεταξύ των περιοχών

j	1	2	3	4	5	6	7	8
i								
1	13810	8121	3159	1759	615	815	494	265
2	3467	11434	7033	1662	494	673	350	167
3	2323	12112	12230	9096	1385	2381	970	380
4	1847	4083	13004	13550	2166	6430	2064	645
5	341	633	1037	1137	8479	4415	4172	1102
6	224	426	874	1648	2159	10331	2625	354
7	154	250	403	599	2295	2953	7145	920
8	23	31	40	47	138	91	205	630
9	26	35	45	60	122	116	294	552
10	56	81	119	178	356	481	2065	441

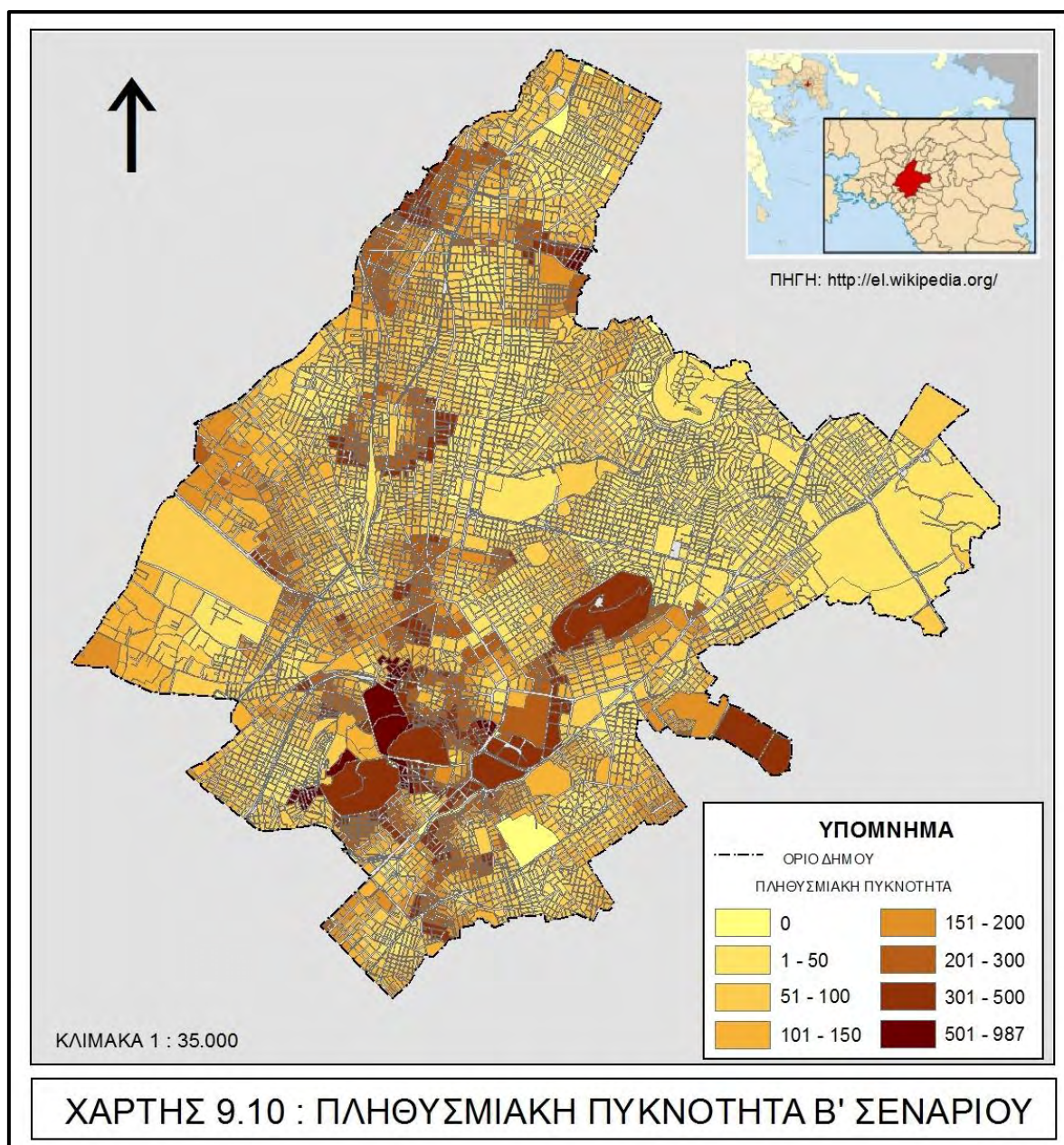
Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, ίδια επεξεργασία

Πίνακας 8 – Ανακατανομή Πληθυσμού μεταξύ των περιοχών

ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΡΧΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ Α ΣΕΝΑΡΙΟΥ	ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟ Β ΣΕΝΑΡΙΟ
ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	36147	23322
ΑΓΙΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	29190	38494
ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	50040	39637
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	66273	32332
ΣΕΠΟΛΙΑ	31159	20614
ΑΤΤΙΚΗ	26248	32003
ΣΤ. ΛΑΡΙΣΗΣ	29106	25216
ΕΛΑΙΩΝΑΣ	3281	9603
ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ	8736	23567
ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ	15728	25374
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	26854	18762
ΜΠΑΚΑΝΑ	11019	13955
ΚΑΣΟΜΟΥΛΗ	11196	17612
ΣΥΓΓΡΟΥ ΦΙΞ	15339	25217
ΑΚΡΟΠΟΛΗ	57689	31019
ΝΕΟΣ ΚΟΣΜΟΣ	5829	18565
ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	3674	13576
Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	51302	24656
ΖΑΠΠΕΙΟ	11809	20554
ΘΗΣΕΙΟ	55453	23399
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	10881	35878
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	25874	24086
ΟΜΟΝΟΙΑ	6119	21545
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	14720	19725
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	19053	18676
ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	9350	15956
ΒΙΚΤΩΡΙΑ	3042	18564
ΚΑΤΕΧΑΚΗ	893	4328
ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	22620	15828
ΠΑΝΟΡΜΟΥ	5422	11983

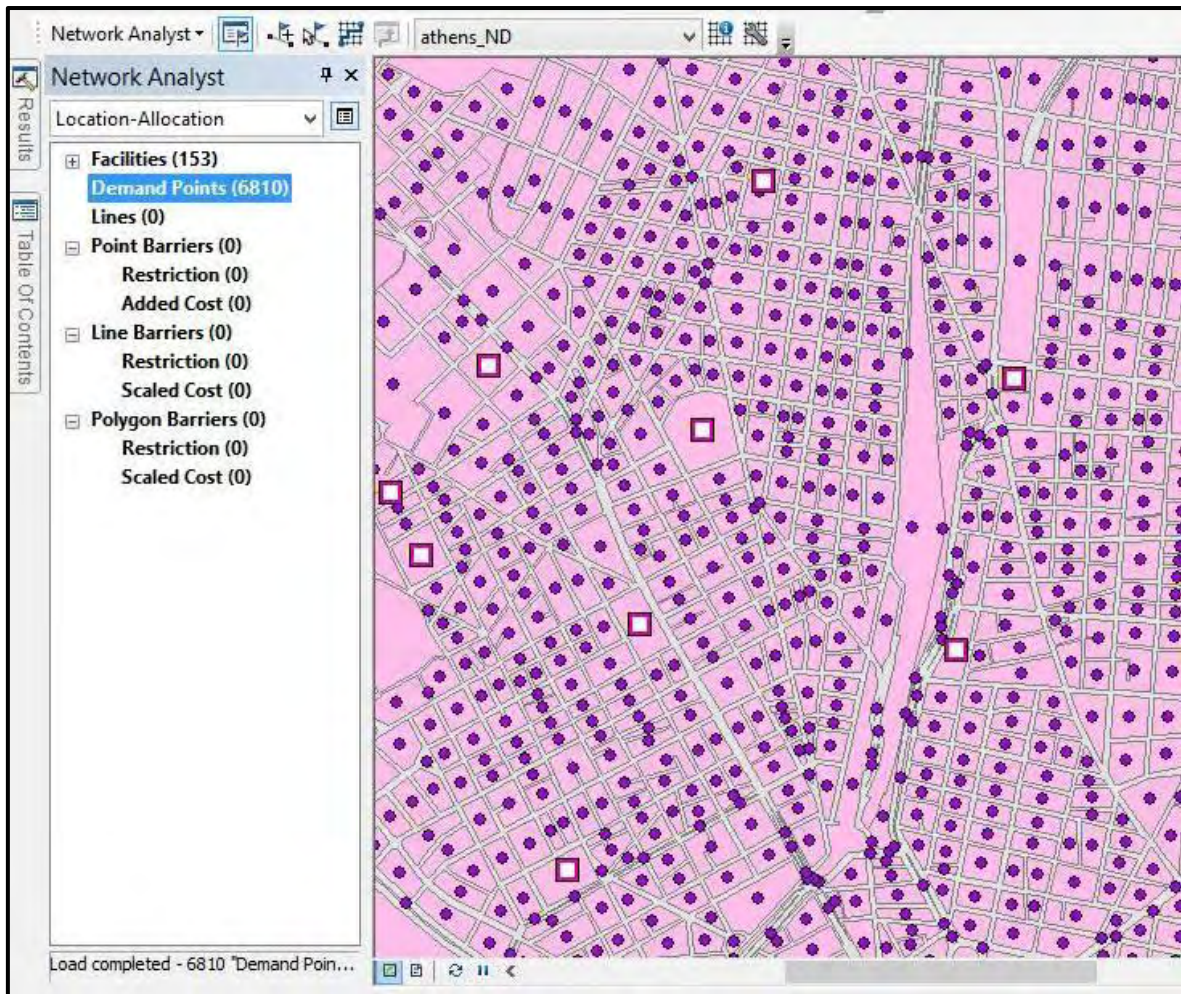
Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, ίδια επεξεργασία

Στην συνέχεια στον χάρτη 9.10 αποτυπώνεται η νέα κατανομή του πληθυσμού για την οποία θα δημιουργηθεί το δεύτερο πλάνο εκκένωσης. Οι χώροι καταφυγής παραμένουν ίδιοι και σ' αυτή την περίπτωση. Συνεπώς για τη δόμηση του πλάνου εκκένωσης ακολουθείται η ίδια διαδικασία της Χωροθέτησης - Κατανομής (location- allocation). Στην εικόνα 19 φαίνεται το layer του location allocation .



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

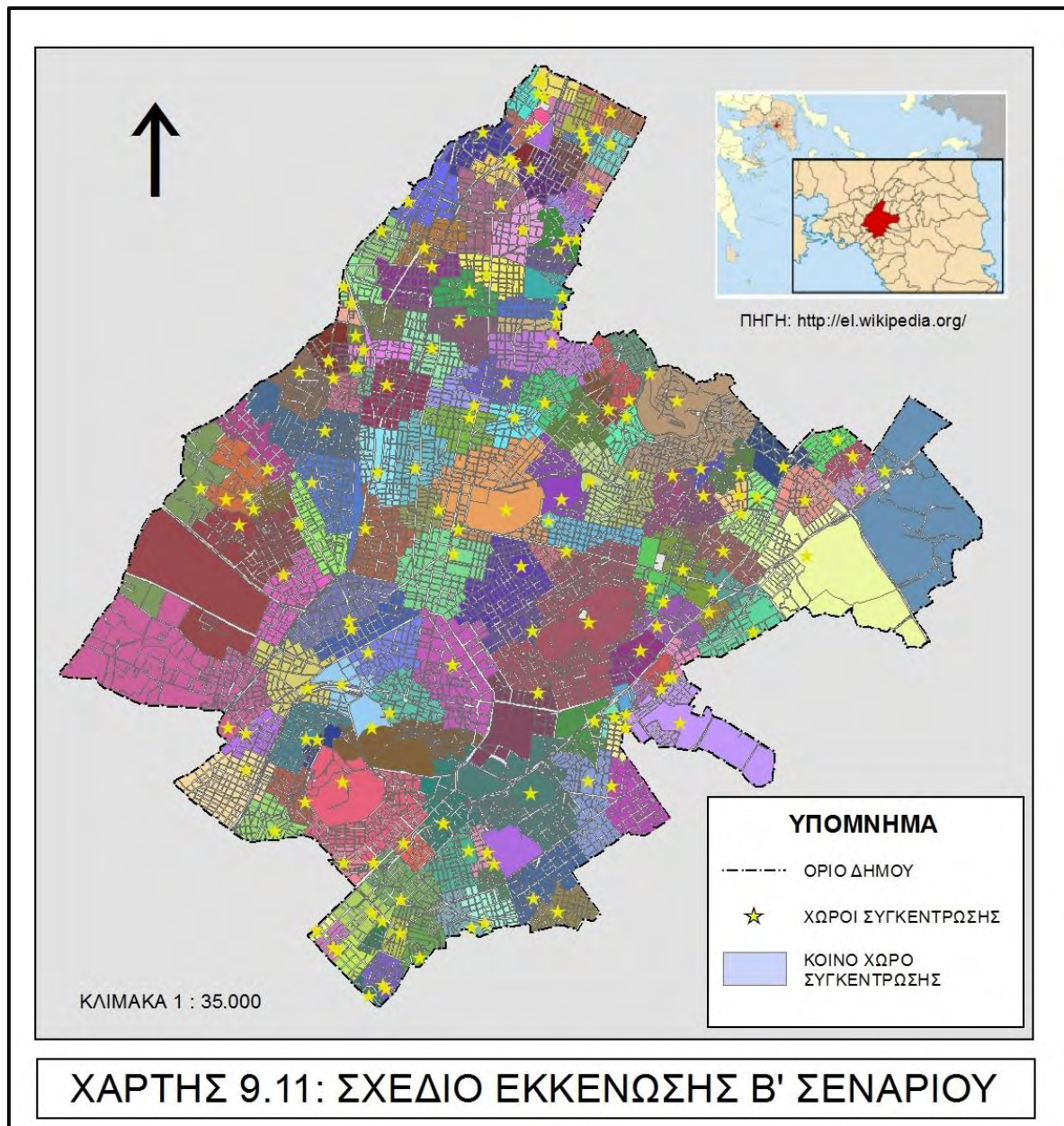
Εικόνα 19 – Δημιουργία του layer του location allocation



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια επιλύεται το πρόβλημα της χωροθέτησης – κατανομής και καταλήγουμε στον χάρτη του τρόπου εκκένωσης των διαφόρων οικοδομικών τετραγώνων (χάρτης 9.11).

Εκτός όμως από την αποτύπωση του πλάνου εκκένωσης είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν και οι βέλτιστες διαδρομές για την προσέγγιση των φορέων πολιτικής προστασίας. Δεδομένου όμως πως οι χώροι καταφυγής και οι φορείς πολιτικής προστασίας δεν άλλαξαν θέση, δεν χρειάζεται να επιλυθεί ξανά εφόσον αναλύθηκε στο κεφάλαιο 9.2.



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

9.3.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας και την ανάλυση του δεύτερου σεναρίου που προηγήθηκε, στους διάφορους χάρτες εξάγονται τα παρακάτω σαν συμπεράσματα.

Αρχικά, ως προς την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους καταφυγής, παρατηρούνται διαφορές αναλόγως της ελκυστικότητας των περιοχών του δήμου. Με την ανακατανομή του πληθυσμού δημιουργούνται νέα σημεία συγκέντρωσης πληθυσμού τα οποία διαφοροποιούνται από το πρώτο σενάριο και σ' αυτό το σενάριο όμως απαιτείται η

δημιουργία περισσότερων ελεύθερων χώρων, ώστε να καλύψει τη διπλή απαίτηση της εκκένωσης.

Στον παραπάνω πίνακα δίνεται ένα τμήμα μόνο των ελεύθερων χώρων, εξαιτίας του μεγάλου πλήθους τους ολόκληρος ο πίνακας παρατίθεται στο παράρτημα. Παρατηρείται πως υπάρχουν ελεύθεροι χώροι οι οποίοι έχουν υπέρβαση της φέρουσας ικανότητάς τους (χώροι με σκίαση), και χώροι οι οποίοι έχουν μεγάλα κενά. Το πρόβλημα κυρίως εντοπίζεται στις περιοχές που κρίθηκαν πιο ελκυστικές.

Πίνακας 9 - Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης για κάποιους χώρους ενδεικτικά

ΤΕΛΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Β' ΣΕΝΑΡΙΟΥ					
Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
1	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	13776	9	668	13108
2	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1383	8	672	711
3	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	2928	5	294	2634
4	ΑΛΣΟΣ	2510	15	1658	852
5	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1678	9	623	1055
6	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	8938	35	3603	5335
7	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	11713	41	8479	3234
8	ΠΛΑΤΕΙΑ	3780	35	8614	-4834
9	ΠΛΑΤΕΙΑ	466	49	7820	-7354
10	ΠΛΑΤΕΙΑ	2605	68	7744	-5139
11	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1729	19	1583	146
12	ΠΛΑΤΕΙΑ	395	4	110	285
13	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1596	42	827	769
14	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3017	40	1294	1723
15	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	341	19	1541	-1200

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

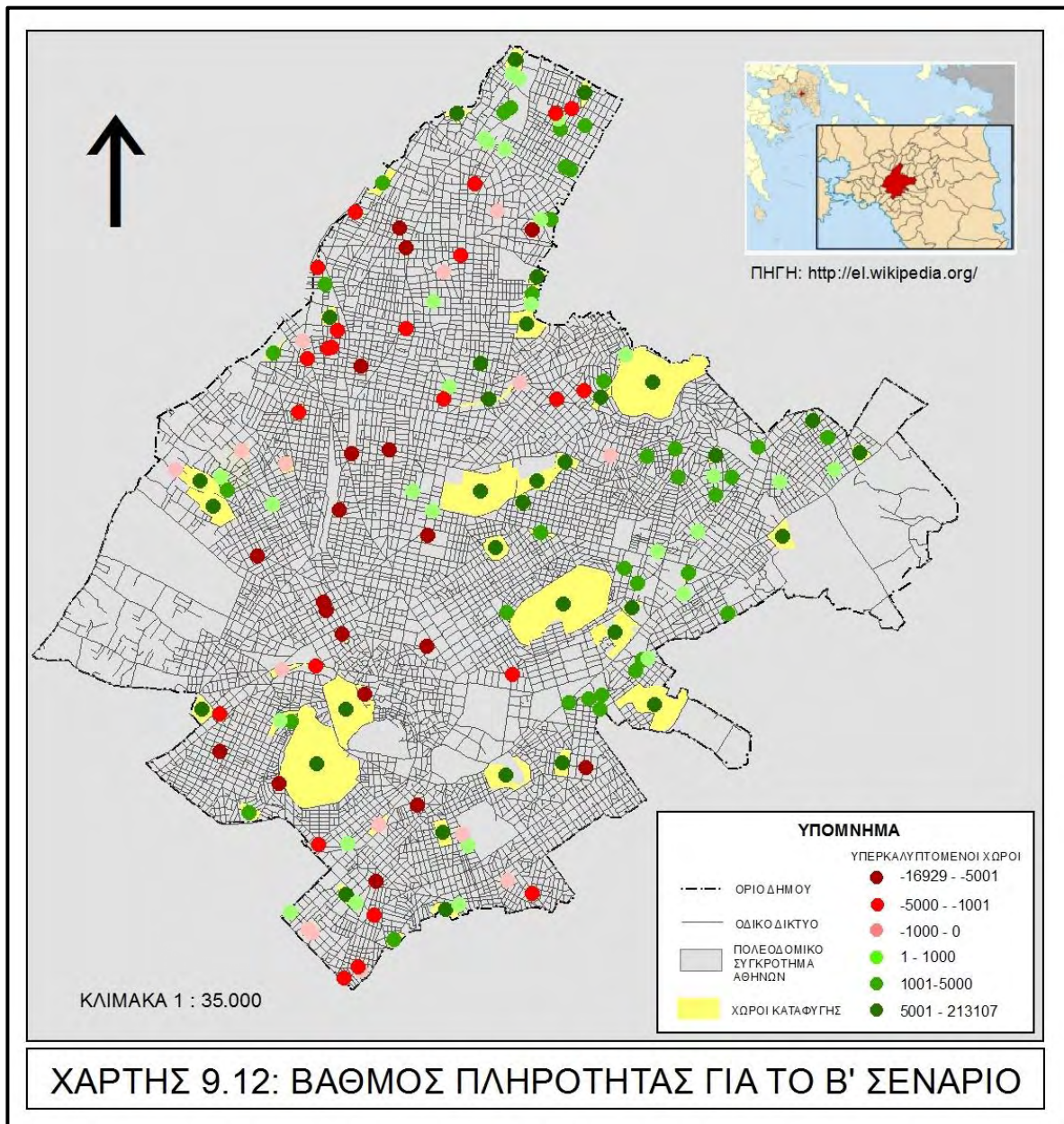
Διάγραμμα 3 – Πληρότητα χώρων καταφυγής Β Σεναρίου



Πηγή: ίδια επεξεργασία

Από τον πίνακα και τα διαγράμματα παραπάνω, αλλά και από τον χάρτη 9.12 που ακολουθεί είναι φανερό πως οι χώροι καταφυγής δεν καλύπτουν ομοιόμορφα τις ανάγκες του πληθυσμού. Ενδεικτικά, με μόνο κριτήριο την ελάχιστη συνολικά διανυόμενη απόσταση, ο ελεύθερος χώρος με κωδικό 9, έχει φέρουσα ικανότητα 446 άτομα, και το προσεγγίζουν με βάση την ανάλυση 7820 άτομα. Προφανώς κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό.

Παρατηρείται λοιπόν και σ' αυτό το σενάριο ότι στους χώρους οι οποίοι υπερκαλύπτονται από την προσέλευση κόσμου υπάρχει απαίτηση για υποδοχή και περισσότερων. Υπάρχουν όμως και χώροι, οι οποίοι δεν προσεγγίζουν την φέρουσα ικανότητά τους και μπορούν να δεχθούν επιπλέον κόσμο και αυτό φαίνεται στο χάρτη 9.12



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

9.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

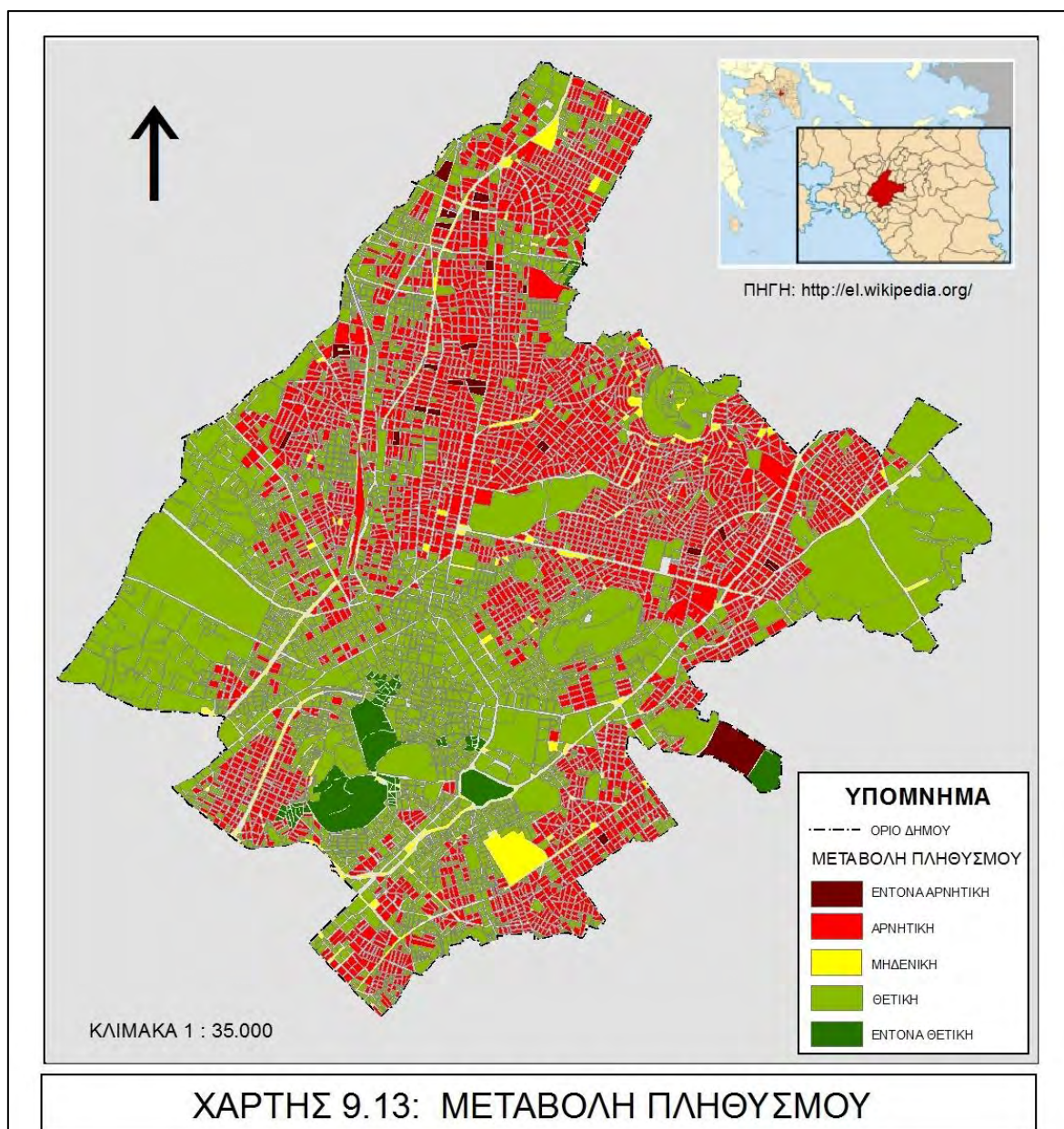
Από τη μελέτη της εφαρμογής των δύο ενδεικτικών σεναρίων εκκένωσης για το πολεοδομικό συγκρότημα του δήμου Αθηναίων που προηγήθηκε και απεικονίστηκε στους διάφορους χάρτες, εξάγονται τα κάτωθι συμπεράσματα.

Στον δήμο Αθηναίων κατά τόπους αλλά με ιδιαίτερη έμφαση στα πιο πυκνοκατοικημένα σημεία του εκάστοτε σεναρίου, απαιτείται τη δημιουργία περισσότερων ελεύθερων χώρων, ώστε να καλυφθεί η διπλή απαίτηση της εκκένωσης. Δηλαδή και να κατανέμεται ο μέγιστος δυνατός πληθυσμός, αλλά και να εκκενώνεται στο συντομότερο χρόνο. Υπάρχουν ελεύθεροι χώροι που δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του πληθυσμού, ούτε στο σενάριο της πλήρους αδράνειας αλλά ούτε και στο εναλλακτικό για τις ώρες αιχμής.

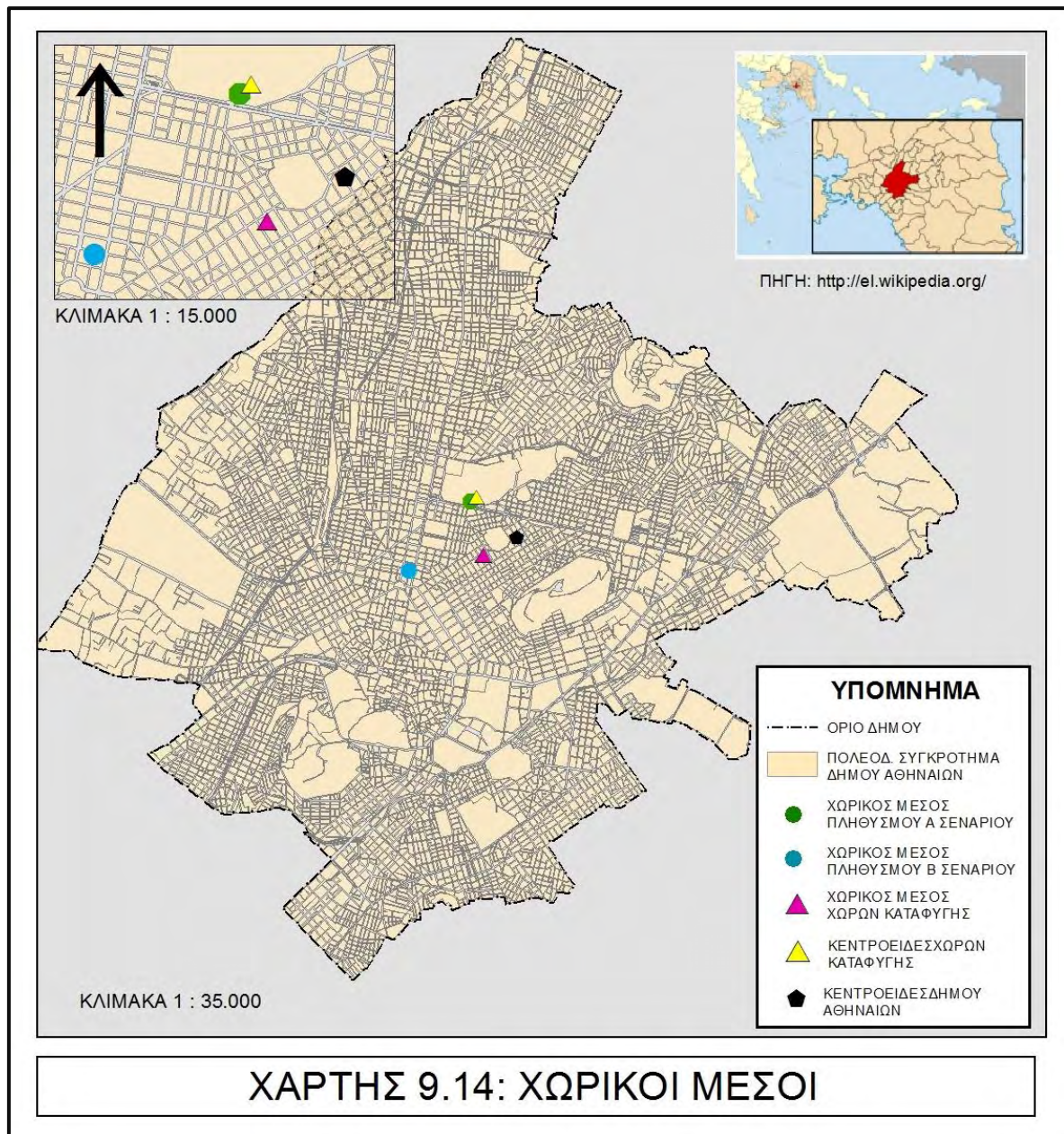
Αρχικά για να γίνουν ευκολότερα αντιληπτά τα αποτελέσματα είναι σκόπιμο να οπτικοποιηθεί η πληθυσμιακή μεταβολή. Στον χάρτη 9.13 που ακολουθεί με σκούρο κόκκινο φαίνονται τα Ο.Τ που είχαν σημαντικά αρνητική μεταβολή πληθυσμού πάνω από 300 άτομα, με κόκκινο παρουσιάζουν αρνητική μεταβολή (αλλά με λιγότερα από 300 άτομα), με κίτρινο όσα είχαν μηδενική μεταβολή, με ανοιχτό πράσινο όσα είχαν θετική μεταβολή και με σκούρο πράσινο όσα παρουσιάζουν σημαντικά θετική μεταβολή (δηλαδή περισσότερα από 300 άτομα). Όπως είναι λογικό οι περιοχές με κυρίαρχη χρήση την κατοικία όπως Άνω και Κάτω Πατήσια παρουσιάζουν μείωση του πληθυσμού εφόσον αυτός μετακινείται σε περιοχές πιο ελκυστικές.

Ένα ακόμη στοιχείο που έρχεται να επιβεβαιώσει τα παραπάνω είναι ο χωρικός μέσος του πληθυσμού για τα δύο σενάρια ο οποίος εικονίζεται στον χάρτη 9.14 με πράσινο ο χωρικός μέσος για το Α σενάριο και με μπλε για το Β σενάριο. Παρατηρείται μικρή μετατόπιση προς τα κάτω όπως άλλωστε είναι λογικό εφόσον ο πληθυσμός μετατοπίζεται προς το κέντρο του δήμου στο δεύτερο σενάριο.

Εικονίζεται επίσης ο αριθμητικός χωρικός μέσος των χώρων καταφυγής σχεδόν στο κέντρο του δήμου κάτι που δείχνει πως παρότι το μέγεθος τους διαφέρει και δεν καλύπτονται απόλυτα οι ανάγκες εκκένωσης η διασπορά τους στο χώρο είναι καλή. Αποτυπώνεται επίσης ο σταθμισμένος (με βάση τη χωρητικότητα) χωρικός μέσος των χώρων καταφυγής ο οποίος παρουσιάζει μετατόπιση προς τα κάτω, κάτι απόλυτα λογικό διότι το νότιο κομμάτι του δήμου διαθέτει μεγαλύτερους σε εμβαδόν χώρους.



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Κατόπιν θα γίνει μια σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα δύο αυτά εναλλακτικά σενάρια σε μια προσπάθεια εντοπισμού του βέλτιστου πλάνου εκκένωσης μεταξύ των δύο περιπτώσεων που μελετήθηκαν.

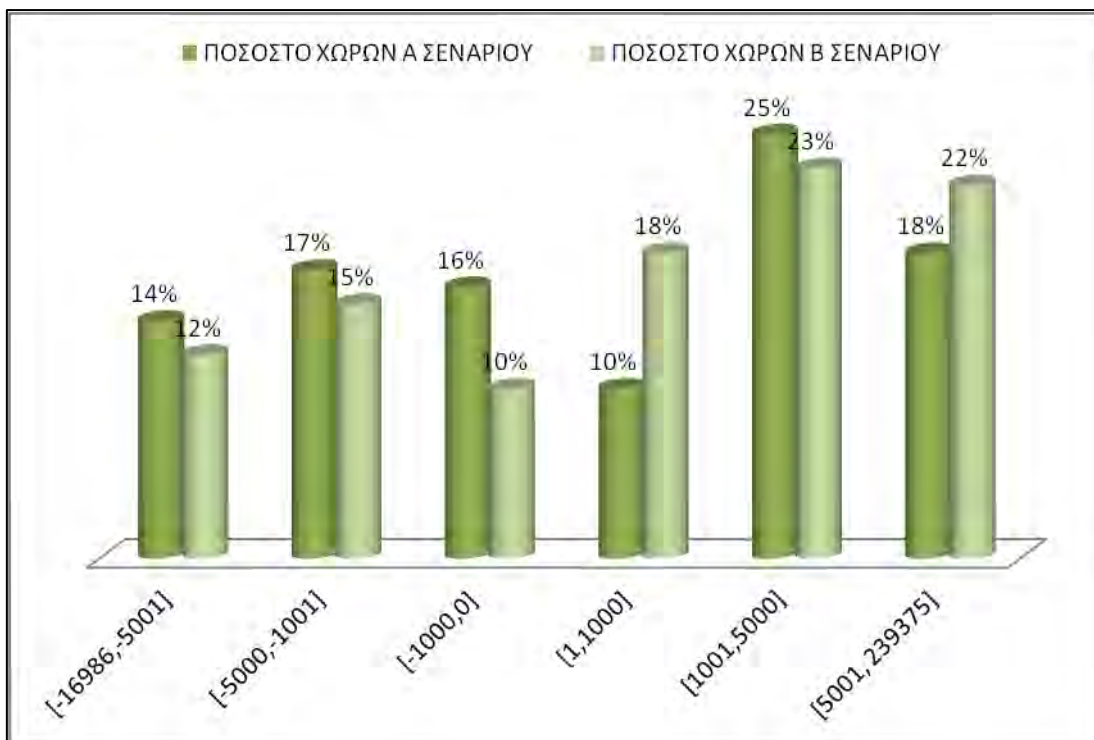
Συγκρίνοντας τα ποσοστά κάλυψης των χώρων καταφυγής για τα δύο σενάρια προκύπτει πως κατά την εκκένωση τις πρωινές ώρες ο πληθυσμός κατανέμεται καλύτερα στους χώρους καταφυγής εφόσον στο κέντρο υπάρχουν μεγαλύτερης χωρητικότητας χώροι. Στον πίνακα 10 που ακολουθεί βλέπουμε πόσοι χώροι ανήκουν σε κάθε κατηγορία κάλυψης και στο διάγραμμα 4 γίνεται η σύγκριση των 2 σεναρίων με βάση την κατηγορία κάλυψης.

Πίνακας 10 – Ταξινόμηση χώρων καταφυγής σε κατηγορίες κάλυψης

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΛΥΨΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΣΕΝΑΡΙΟ Α	[-16637,-5001]	22	14%
	[-5000,-1001]	36	24%
	[-1000,0]	17	11%
	[1,1000]	9	6%
	[1001,5000]	39	25%
	[5001, 246645]	30	20%
ΣΕΝΑΡΙΟ Β	[-16986,-5001]	19	12%
	[-5000,-1001]	23	15%
	[-1000,0]	15	10%
	[1,1000]	28	18%
	[1001,5000]	35	23%
	[5001, 213107]	33	22%

Πηγή: ίδια επεξεργασία

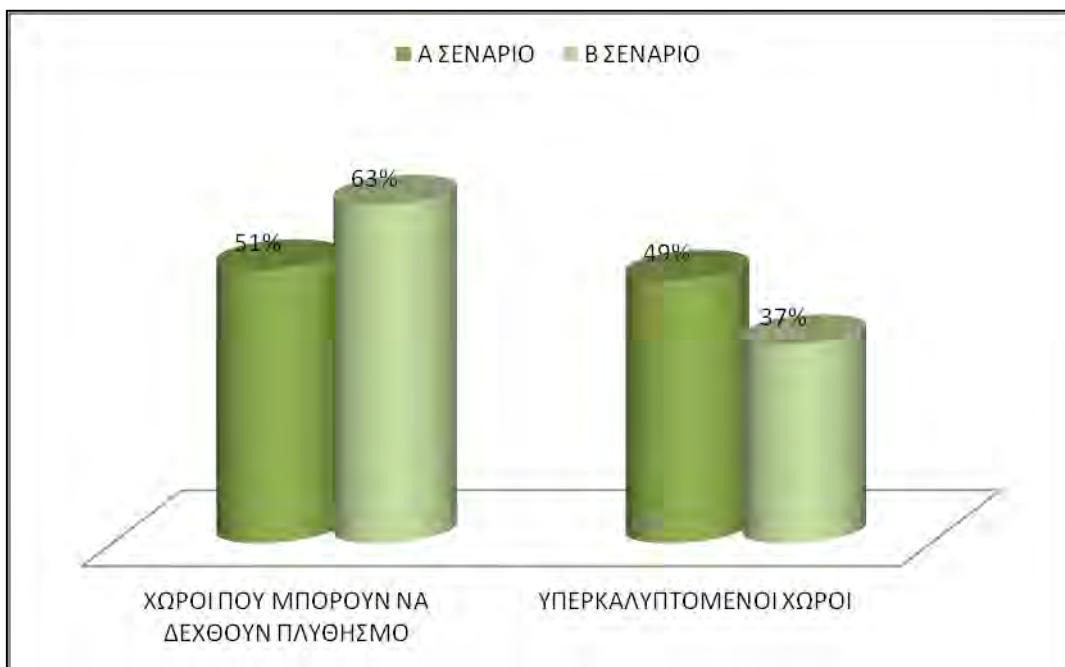
Διάγραμμα 4 – Ποσοστό υπερκάλυψης των χώρων καταφυγής



Πηγή: ίδια επεξεργασία

Από τα παραπάνω προκύπτει πως οι διαφορές της κατανομής του πληθυσμού στους χώρους συγκέντρωσης μεταξύ των δύο σεναρίων είναι ορατές. Στο Α' σενάριο οι υπερκαλυπτόμενοι χώροι αγγίζουν το 49% δηλαδή περίπου οι μισοί ενώ στο Β' σενάριο το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 37%, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5 . Συνεπώς σε περίπτωση σεισμού πρωινές ώρες το πλάνο εκκένωσης θα λειτουργήσει καλύτερα.

Διάγραμμα 5 – Ποσοστιαία Διαφορά Πληρότητας χώρων μεταξύ των 2 σεναρίων



Πηγή: ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια στο διάγραμμα 6 απεικονίζεται σε ποια κατηγορία ανήκουν οι υπερκαλυπτόμενοι χώροι και για τα δυο σενάρια που μελετήθηκαν.

Από το διάγραμμα 6 συμπεραίνουμε πως το μεγαλύτερο πρόβλημα υπερκάλυψης έχουν οι πλατείες και στα δύο σενάρια, κάτι που είναι λογικό δεδομένου ότι οι πλατείες έχουν το μικρότερο εμβαδόν σε σχέση με κάθε άλλο «τύπο» χώρου.

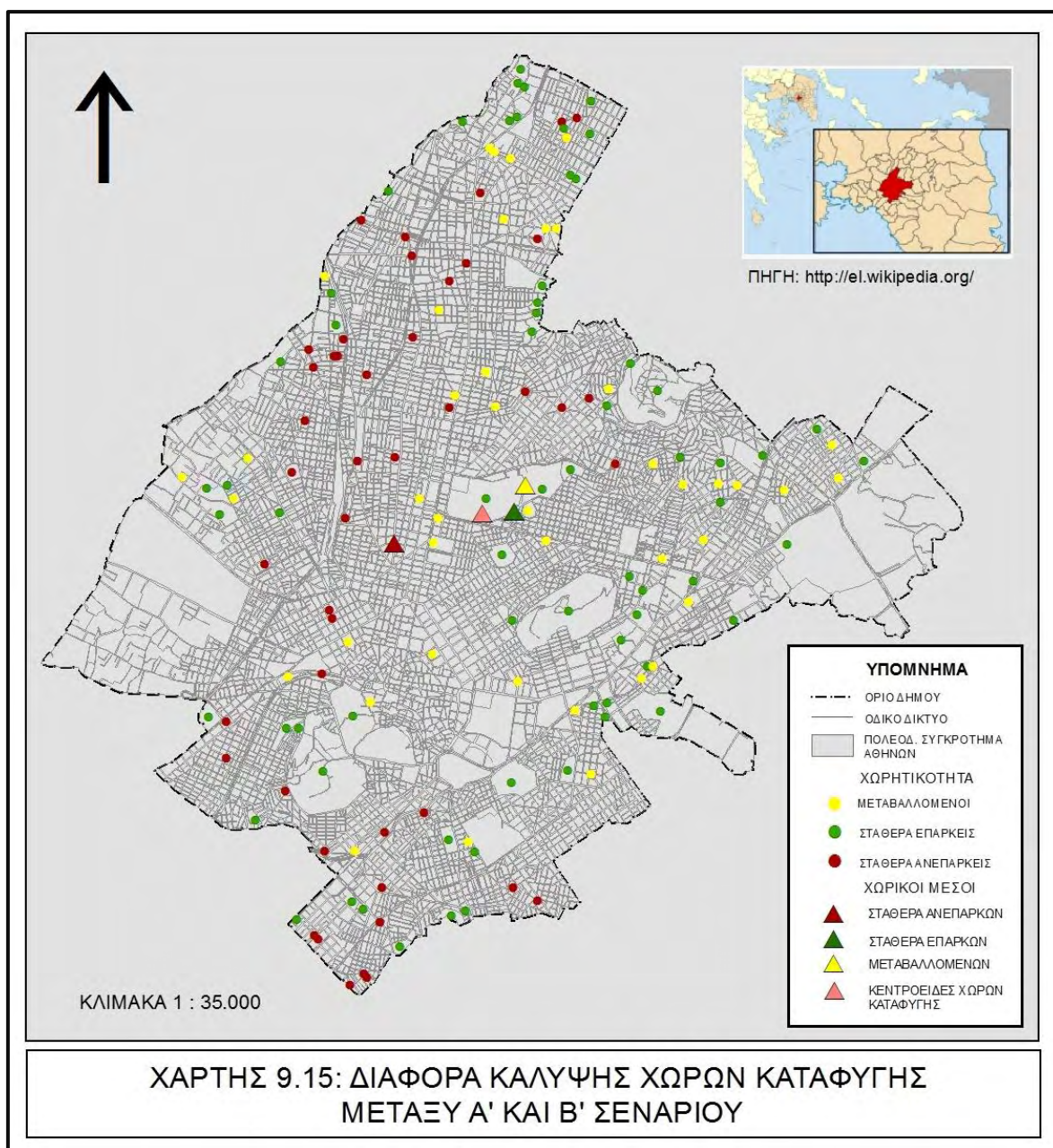
Διάγραμμα 6 – Κατηγορίες υπερκαλυπτόμενων χώρων



Πηγή: ίδια επεξεργασία

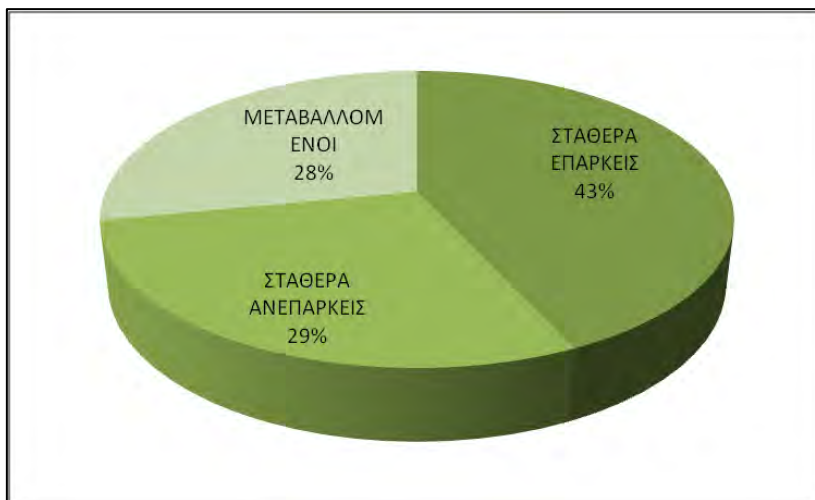
Στον χάρτη 9.15 που ακολουθεί αποτυπώνονται οι διαφορές στην πληρότητα των χώρων καταφυγής μεταξύ των δύο σεναρίων. Με κόκκινο εικονίζονται οι χώροι που και στα δύο σεναρία παρουσιάζουν πρόβλημα υπερπροσέλευσης πληθυσμού, με πράσινο εικονίζονται οι χώροι που και στα δύο σεναρία έχουν τη δυνατότητα να δεχθούν και άλλο πληθυσμό ενώ με κίτρινο αποτυπώνονται οι χώροι που έχουν μεταβαλλόμενη κάλυψη μεταξύ των δύο σεναρίων. Εικονίζονται επίσης οι χωρικοί μέσοι για κάθε κατηγορία καθώς και ο χωρικός μέσος για το σύνολο των χώρων. Από τη σύγκριση των χωρικών μέσων προκύπτει πως οι χώροι με προβλήματα χωρητικότητας παρουσιάζουν μια τάση συγκέντρωσης στο δυτικό κομμάτι του δήμου.

Τέλος στο διάγραμμα 7 συνοψίζονται τα αποτελέσματα του χάρτη 9.15 και στον πίνακα 11 παρατίθεται τμήμα του συνολικού συγκριτικού πίνακα για την πληρότητα των χώρων καταφυγής μεταξύ των δύο εξεταζόμενων σεναρίων (το σύνολο του πίνακα 11 παρατίθεται στο παράρτημα).



Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Διάγραμμα 7 - Αποτελέσματα του χάρτη 9.15



Πηγή: ίδια επεξεργασία

Πίνακας 11 – Συγκριτικός Πίνακας χώρων καταφυγής για το Α' και Β' Σενάριο

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Α' ΚΑΙ Β' ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ					
Κωδικός χώρου καταφυγής	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Α'	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι στο Α'	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Β'	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι στο Β'
1	13776	648	13128	668	13108
2	1383	0	1383	672	711
3	2928	78	2850	294	2634
4	2510	761	1749	1658	852
5	1678	547	1131	623	1055
6	8938	4018	4920	3603	5335
7	11713	8028	3685	8479	3234
8	3780	4569	-789	8614	-4834
9	466	7143	-6677	7820	-7354
10	2605	6240	-3635	7744	-5139

Πηγή: ίδια επεξεργασία

Συνοψίζοντας λοιπόν είναι σημαντικό και για τις δύο περιπτώσεις είναι να βρεθούν επιπλέον κατάλληλοι χώροι καταφυγής. Επίσης με βάση τα παραπάνω θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον να μελετηθεί η περίπτωση δημιουργίας ενός μοντέλου ανακατανομής. Δηλαδή να λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη φέρουσα ικανότητα των χώρων σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση της διανυόμενης απόστασης. Όταν, όμως, ένα κέντρο υπερβεί την φέρουσα ικανότητά του, να γίνεται ανακατανομή του επιπλέον πληθυσμού, προς τα κοντινότερα κέντρα που μπορούν να τον δεχθούν

10. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

10.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Φυσικά φαινόμενα όπως ο σεισμός, μπορεί ανάλογα με το μέγεθος στο οποίο θα εμφανιστούν, να προκαλέσουν καταστροφικές συνέπειες στις οργανωμένες κοινωνίες. Κυρίαρχο πρόβλημα ενός τέτοιου σεισμικού φαινομένου αποτελεί η διακινδύνευση της ανθρώπινης ζωής αλλά και της περιουσίας. Για αυτό κύριο μέλημα των αρμόδιων αρχών είναι η διαφύλαξη των δύο αυτών σημείων.

Η προσπάθεια λοιπόν επικεντρώνεται όπως έχει ήδη αναφερθεί σε τρεις φάσεις. Σε προκαταστροφικό επίπεδο αφορά στην καλύτερη δυνατή προετοιμασία για την εμφάνιση ενός συμβάντος και περιλαμβάνει το σχεδιασμό πλάνων αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων και την εκπαίδευση και κατάρτιση του ανθρώπινου δυναμικού. Η δεύτερη φάση αφορά τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε συγκαταστροφικό επίπεδο, κατά τη διάρκεια δηλαδή του φαινομένου και αμέσως μετά, όπου πρέπει να ακολουθήσουν τις οδηγίες που θα έχουν ήδη πάρει για την φάση εξέλιξης του συμβάντος. Κατόπιν στην τρίτη φάση, το μετακαταστροφικό επίπεδο, είναι η φάση ανάκτησης όπου θα πρέπει να αποκατασταθούν οι ζημιές και η περιοχή να γυρίσει στην φάση λειτουργίας που βρισκόταν (η διάρκεια της τρίτης φάσης ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος της καταστροφής).

Στις τρεις αυτές φάσεις σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα ΓΣΠ, όπως αυτό έγινε σαφές στα προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας διατριβής.

10.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, αποτελεί ένα κράμα από τις διάφορες μεθοδολογίες που έχουν εφαρμοστεί διεθνώς. Η δυνατότητα που μας δίνουν πλέον τα ΓΣΠ με τα εργαλεία τους οδηγούν σε πολύ ρεαλιστικές λύσεις. Στη παρούσα έγινε μια προσπάθεια προσδιορισμού της θέσης του πληθυσμού μέσω κάποιων σεναρίων που είτε βρίσκεται στη βάση του, στο σενάριο της πλήρους αδράνειας, είτε κινείται στην πόλη κατά τη φάση λειτουργίας της. Να σημειωθεί εδώ πως με παρόμοια λογική και με βάση ανάλογες παραδοχές είναι δυνατό να δομηθούν πολλά εναλλακτικά σενάρια. Η κατανομή του πληθυσμού αποτελεί κομβικό σημείο για την ανάλυση. Υπολογίζεται η διαθέσιμη δυναμικότητα των χώρων εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος και γίνεται μια προσπάθεια κατανομής του πληθυσμού στους χώρους αυτούς, ανάλογα με την ώρα της

ημέρας που θα συμβεί το σεισμικό φαινόμενο. Από την άποψη αυτή το μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας κινείται προς την ορθή κατεύθυνση, δεδομένων των δυσκολιών που προέκυψαν από την δυσκολία πρόσβασης σε στατιστικά στοιχεία και ψηφιακά υπόβαθρα.

10.3 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία κινήθηκε σε συγκεκριμένο πλαίσιο με κάποιους αντικειμενικούς στόχους για τη διερεύνηση του θέματος. Προφανώς και η αντιμετώπιση των εκτάκτων καταστάσεων με τη χρήση των ΓΣΠ δεν εξαντλείται στη μεθοδολογία της. Απαιτείται και περαιτέρω έρευνα για τη βελτιστοποίηση των σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

Πιο συγκεκριμένα στην προκειμένη περίπτωση, στο Β' σενάριο η ανακατανομή του πληθυσμού προέκυψε με βάση τη μεθοδολογία που αναλύθηκε και κρίθηκε ικανοποιητική, εναλλακτικά όμως θα μπορούσε να παραμένει ένα 10% του πληθυσμού σε κάθε Ο.Τ και να μοιράζεται το υπόλοιπο 90%. Με στόχο να αποφευχθεί να υπάρχουν Ο.Τ που ενώ στο σενάριο της νύχτας είχαν πληθυσμό στο ημερήσιο φαίνονται κενά, αυτό στην προκειμένη συνέβη στο 0,04% των Ο.Τ οπότε δεν κρίθηκε ικανό να επηρεάσει το σύνολο της μελέτης.

Επιπλέον στα πλαίσια περαιτέρω έρευνας, αξιόλογη θα ήταν και η προσπάθεια χωροθέτησης σειρήνων συναγερμού, που θα ηχούν στην έναρξη του φαινομένου και θα θέτουν την περιοχή σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, προειδοποιώντας για εκκένωση του πολεοδομικού συγκροτήματος.

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Αναμφίβολα, η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και η προστασία της περιουσίας είναι συνταγματικά κατοχυρωμένα δικαιώματα των Ελλήνων πολιτών, αλλά και αυτονόητη υποχρέωση της πολιτείας.

Γεγονός αδιαμφισβήτητο αποτελεί επίσης, το ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να συνδράμει στην προστασία των πολιτών, αλλά και στην ετοιμότητα των φορέων πολιτικής προστασίας.

Όπως αναφέρθηκε αρκετές φορές στα παραπάνω, στόχος της παρούσας διατριβής ήταν μέσα από την μελέτη ενδεικτικών σεναρίων η δημιουργία ενός ρεαλιστικότερου πλάνου εκκένωσης πληθυσμού. Φυσικά τα σενάρια που μπορούν να μελετηθούν για μια τέτοια περίπτωση μοιάζουν ανεξάντλητα, δίνοντας έτσι έναυσμα για περαιτέρω έρευνα.

Χρέος του επιστημονικού δυναμικού αυτής της χώρας, ιδίως τη σημερινή εποχή που η οικονομική κρίση έχει επηρεάσει κατά πολύ τη ζωή των Ελλήνων, είναι να συνδράμουν με τις όποιες δυνατότητες έχουν, ώστε με το μικρότερο δυνατό κόστος να εξασφαλίζεται η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας. Είναι στο χέρι της πολιτείας να εκμεταλλευτεί τη δουλειά των επιστημόνων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 3- Χώροι Καταφυγής

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
1	ΑΛΣΟΣ ΙΛΙΣΣΙΩΝ	ΙΩΝΟΣ ΔΡΑΓΟΥΜΗ & ΔΙΟΧΑΡΟΥΣ
2	ΠΑΡΚΟ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΣΟΦΙΑΣ & Π. ΚΟΚΚΑΛΗ
3	ΘΕΑΤΡΟ ΛΥΚΑΒΗΤΤΟΥ	ΣΑΡΑΝΤΑΠΗΧΟΥ & ΠΑΛΙΠΤΕΝΕΣΙΑΣ
4	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΛΑΥΘΜΩΝΟΣ	ΣΤΑΔΙΟΥ & ΔΡΑΓΑΤΣΑΝΙΟΥ
5	ΛΟΦΟΣ ΣΤΡΕΦΗ	ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΜΠΕΝΑΚΗ & ΕΙΡΗΝΗΣ ΑΘΗΝΑΙΑΣ
6	ΠΛΑΤΕΙΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ (ΚΟΥΜΟΥΝΔΟΥΡΟΥ)	ΠΕΙΡΑΙΩΣ & ΠΛ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ
7	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ & ΒΑΣ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
8	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ	ΠΑΛΑΜΗΔΙΟΥ & ΠΛΑΤΩΝΟΣ
9	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ & ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ
10	108 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ & ΚΠΧ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΟΥΝΤΟΥΡΙΟΤΟΥ, ΚΟΥΚΑΚΙ
11	111 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ & ΚΠΧ	ΟΛΥΜΠΙΑΝΗΣ & ΔΙΟΧΑΡΟΥΣ
12	ΠΑΡΚΟ ΛΟΓΓΙΝΟΥ	ΛΟΓΓΙΝΟΥ & ΣΑΡΒΟΛΟΥ
13	213 ΑΘΛΗΤ. ΚΕΝΤΡΟ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΥΤΑ
14	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ ΚΥΝΗΓΟΥ	ΛΕΩΦ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ & ΚΑΣΟΜΟΥΛΗ
15	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΝΕΚΡΑΤΟΥΣ	ΜΕΝΕΚΡΑΤΟΥΣ & ΠΝΥΝΤΑΓΟΡΑ
16	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	ΣΤΥΔΑΜΑΝΤΟΣ & ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
17	ΑΛΣΟΣ ΘΗΣΕΙΟΥ	ΚΑΤΕΧΑΚΗ & ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ
18	ΑΛΣΟΣ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ	ΣΤΗΣΙΚΛΕΟΥΣ & ΤΡΩΩΝ
19	ΑΛΣΟΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΠΛΑΤΩΝΟΣ	ΜΟΝΑΣΤΗΡΙΟΥ & ΔΡΑΚΟΝΤΟΣ
20	ΛΟΦΟΣ ΣΚΟΥΖΕ	ΑΘΑΜΑΝΙΑΣ & ΒΟΝΙΤΣΗΣ
21	ΟΦΟΣ ΠΗΛΕΙΟΥ ΚΟΛΩΝΟΥ	ΑΚΑΠΑΝΕΩΣ & ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
22	ΑΛΣΟΣ ΧΩΡΟΦΥΛΑΚΗΣ	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ & ΤΡΙΚΑΛΩΝ
23	ΠΛΑΤΕΙΑ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ (ΡΩΜΗΣ)	ΛΕΩΦ ΚΗΦΙΣΙΑΣ & ΣΤΑΥΡΟΥ
24	ΑΛΣΟΣ ΠΡΟΜΠΟΝΑ	ΑΝΘΕΩΝ & ΤΕΛΕΣΙΟΥ
25	ΠΛΑΤΕΙΑ ΒΙΚΤΩΡΙΑΣ	3ης ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ & ΠΛ. ΒΙΚΤΩΡΙΑΣ
26	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ & ΣΠΑΡΤΗΣ
27	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	ΔΙΟΣΙΩΝ & ΑΓΟΡΑΚΡΙΤΟΥ
28	ΑΛΣΟΣ ΣΧΟΛΗΣ ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ	ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ & ΑΝΔΡΕΑ ΜΟΥΣΤΟΞΥΔΗ
29	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΕΙΟΥ ΠΑΓΟΥ	ΚΑΛΒΟΥ & ΔΕΓΛΕΡΗ
30	ΠΛΑΤΕΙΑ ΕΡΓΑΤΩΝ ΠΟΛΕΜΙΣΤΩΝ 1912-13	ΣΥΡΑΚΟΥΣΩΝ & ΑΔΡΙΤΣΑΙΝΗΣ
31	ΠΛΑΤΕΙΑ ΒΙΚΕΛΑ	ΒΙΚΕΛΑ & ΚΩΣΤΗ ΠΑΛΑΜΑ
32	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΓΙΟΥ ΘΩΜΑ	ΚΑΡΤΕΡΙΑΣ & ΠΛ. ΑΓΙΟΥ ΘΩΜΑ
33	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΓΕΝΤΙΝΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ	ΛΕΩΦ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ & ΚΑΒΑΣΙΛΑ
34	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΙΓΥΠΤΟΥ	ΛΕΩΦ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ & ΠΑΤΗΣΙΩΝ
35	ΠΛΑΤΕΙΑ ΝΕΖΕΡ (ΜΑΔΡΙΤΗΣ)	ΛΕΩΦ. ΒΑΣΙΛΕΩΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ & ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
36	ΠΛΑΤΕΙΑ ΒΡΑΖΙΛΙΑΣ	ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ & ΙΛΙΣΙΩΝ
37	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΝΤΗΝΟΡΟΣ	ΑΝΤΗΝΟΡΟΣ & ΝΑΙΑΔΩΝ
38	ΠΛΑΤΕΙΑ ΦΙΞ	ΚΑΛΛΙΡΡΟΗΣ & ΑΝΔΡΕΑ ΣΥΓΓΡΟΥ
39	519 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΠΑΣΣΩΒ 10
40	518 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΜΗΤΣΑΚΗ & ΠΟΛΥΛΑ

41	ΠΛΑΤΕΙΑ ΕΘΝ. ΝΕΟΤΗΤΑΣ, 237 ΑΘΛ. ΚΕΝΤΡΟ	ΑΙΛΙΑΝΟΥ & ΣΙΦΝΟΥ
42	ΑΛΣΟΣ ΠΛΑΤ. ΓΙΑΛΟΥΡΟΥ	ΓΙΑΛΟΥΡΟΥ & ΟΣΤΡΟΒΟΥ
43	ΛΟΦΟΣ ΠΛΑΤ. ΠΑΤΑΤΣΟΥ	ΠΑΤΑΤΣΟΥ & ΚΕΛΛΗ
44	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΑΝΑΡΗ	ΚΥΨΕΛΗΣ & ΚΑΣΤΑΛΙΑΣ
45	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΓ. ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΟΝΑ	ΑΧΑΡΝΩΝ & ΠΙΠΙΝΟΥ
46	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ & ΘΗΡΑΣ
47	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΑΛΟΥΜΠΩΤΗ	ΠΑΛΟΥΜΠΩΤΗ-ΓΙΑΝΝΗ ΣΟΥΚΑ-ΠΑΠΑΡΣΕΝΗ-ΓΚΩΠΙΝΩ
48	ΠΛΑΤΕΙΑ ΒΑΦΕΙΟΧΩΡΙΟΥ	ΒΑΦΕΙΟΧΩΡΙΟΥ-ΚΑΡΟΛΙΔΟΥ-ΠΑΠΑΣΤΡΑΤΟΥ
49	ΠΛΑΤΕΙΑ ΣΟΦΙΑΣ ΒΕΜΠΟ	ΓΕΡΟΥΛΑΝΟΥ-ΠΑΓΚΑ-ΡΙΑΝΚΟΥΡ-ΛΑΣΚΑΡΙΔΟΥ
50	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΠΟΥΑΙΩΝ	ΑΥΓΕΡΙΝΟΥ-ΑΙΤΩΛΟΥ-ΛΑΙΟΥ-ΑΡΑΧΝΑΙΟΥ
51	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΠΟΛΛΩΝΙΟΥ	ΑΝΤΑΙΟΥ-ΑΡΑΚΥΝΘΟΥ-ΒΟΥΤΙΕ-ΓΚΙΚΑ
52	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑΣ	ΠΕΙΡΑΙΩΣ-ΙΠΠΟΘΟΝΤΙΔΩΝ-ΑΛΚΜΗΝΗΣ-ΕΧΕΛΙΔΩΝ
53	ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΕΤΡΟΥΛΑ	ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑΣ-ΔΕΝΟΡΜΑΝ-ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ-ΑΣΤΡΟΥΣ
54	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ (ΘΥΜΑΡΑΚΙΩΝ)	ΡΟΔΟΥ-ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΥ-ΔΕΜΕΡΤΖΗ-
55	ΠΛΑΤΕΙΑ ΤΕΡΜΑ ΑΥΛΩΝΟΣ	ΛΕΩΦ. ΚΗΦΙΣΟΥ & ΑΥΛΩΝΟΣ
56	260 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΕΛΝΤΡΑΙΧ
57	239 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΜΗΤΡΟΥ ΣΑΡΚΟΥΔΙΝΟΥ ΚΑΙ ΜΟΥΡΑΙΗ
58	ΛΟΦΟΣ ΛΑΜΠΡΑΚΗ-214 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΠΥΘΕΟΥ ΚΑΙ ΑΓΚΥΛΗΣ
59	340 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΟΘΡΥΟΣ ΚΑΙ ΤΡΩΩΝ
60	343 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΤΡΩΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΛΛΩΝΙΟΥ
61	403 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΚΑΙ ΣΙΩΚΟΥ
62	410 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΜΑΝΙΤΑΚΗ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΟΥ
63	402 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΔΕΝΟΡΜΑΝ ΚΑΙ ΚΑΔΜΟΥ
64	404 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΔΡΑΚΟΝΤΟΣ
65	ΠΛΑΤΕΙΑ ΛΑΡΙΣΣΗΣ-116 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΘΕΟΔ. ΔΗΛΗΓΙΑΝΝΗ & ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΜΕΤΑΞΑ
66	ΠΛΑΤΕΙΑ ΧΡΙΣΤΙΑΝΟΥΠΟΛΕΩΣ (ΠΑΡΚΟ ΦΕΙΔΑ)	ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΗΣ & ΣΙΒΟΡΩΝ
67	515 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΡΙΣΤΙΑΝΟΥΠΟΛΕΩΣ
68	536 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΤΕΩ ΚΑΙ ΑΜΥΚΛΩΝ
69	517 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΚΑΒΑΦΗ ΚΑΙ ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΥ
70	538 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΣΑΡΩΝΟΣ ΚΑΙ ΠΑΝΔΙΩΔΟΣ
71	525 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΡΙΣΤΙΑΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΚΑΙ ΘΥΣΣΟΥ
72	643 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΜΕΓΙΣΤΗΣ, ΑΝΑΦΗΣ, ΚΥΘΗΡΩΝ
73	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΑΠΑΨ	ΤΡΙΦΥΛΙΑΣ & ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΛΑΜΨΑ
74	734 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΒΛΑΧΟΥ ΚΑΙ ΕΦΤΑΛΙΩΤΗ
75	731 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΤΣΟΧΑ ΚΑΙ ΜΙΧΑΗΛ ΜΕΛΑ
76	707 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ
77	737 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΜΗΛΕΩΝ ΚΑΙ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ
78	733 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΒΛΑΧΑΚΗ ΚΑΙ ΚΑΡΑΘΕΟΔΩΡΗ
79	ΑΛΣΟΣ ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ	ΔΙΟΠΟΛΕΩΣ & ΑΝΤΙΣΗΣ
80	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΥΔΗ (ΔΟΥΡΟΥΤΗ)	ΜΥΛΛΕΡΟΥ & ΛΕΩΝΙΔΟΥ
81	ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΣ ΦΩΚΙΩΝΟΣ ΝΕΓΡΗ	ΦΩΚΙΩΝΟΣ ΝΕΓΡΗ

Πηγή: <http://www.patt.gov.gr/> , ίδια επεξεργασία

Πίνακας 5 - Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους αδράνειας της πόλης

ΤΕΛΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Α' ΣΕΝΑΡΙΟΥ					
Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
1	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	13776	9	648	13128
2	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1383	3	0	1383
3	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	2928	4	78	2850
4	ΑΛΣΟΣ	2510	16	761	1749
5	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1678	8	547	1131
6	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	8938	35	4018	4920
7	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	11713	46	8028	3685
8	ΠΛΑΤΕΙΑ	3780	35	4569	-789
9	ΠΛΑΤΕΙΑ	466	48	7143	-6677
10	ΠΛΑΤΕΙΑ	2605	53	6240	-3635
11	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1729	16	1774	-45
12	ΠΛΑΤΕΙΑ	395	7	1032	-637
13	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1596	36	4008	-2412
14	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3017	46	3414	-397
15	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	341	15	1084	-743
16	ΠΛΑΤΕΙΑ	1165	6	353	812
17	ΠΛΑΤΕΙΑ	308	9	794	-486
18	ΑΛΣΟΣ	8598	32	3927	4671
19	ΠΛΑΤΕΙΑ	5277	22	3003	2274
20	ΠΛΑΤΕΙΑ	4132	9	912	3220
21	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	4742	16	1653	3089
22	ΠΛΑΤΕΙΑ	2466	18	2489	-23
23	ΠΛΑΤΕΙΑ	1319	15	1375	-56
24	ΠΛΑΤΕΙΑ	1089	24	2356	-1267
25	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	8804	2	349	8455
26	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3475	3	7355	-3880
27	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	4356	33	3720	636
28	ΠΛΑΤΕΙΑ	1867	61	12166	-10299
29	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	521	43	9739	-9218
30	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	6808	33	3738	3070
31	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2420	8	1261	1159
32	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	3446	60	9789	-6343
33	ΠΛΑΤΕΙΑ	2940	16	994	1946
34	ΠΛΑΤΕΙΑ	3411	12	737	2674
35	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	10780	25	3183	7597
36	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1921	23	2344	-423
37	ΠΛΑΤΕΙΑ	1902	68	12759	-10857
38	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	5840	55	10224	-4384
39	ΠΛΑΤΕΙΑ	1197	31	5669	-4472
40	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	34607	51	8704	25903

Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
41	ΠΛΑΤΕΙΑ	7200	74	11747	-4547
42	ΠΛΑΤΕΙΑ	2673	42	5284	-2611
43	ΠΛΑΤΕΙΑ	333	56	11130	-10797
44	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2910	29	1709	1201
45	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	4801	66	5537	-736
46	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	444	26	2942	-2498
47	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	7827	39	1846	5981
48	ΑΛΣΟΣ	206202	82	4017	202185
49	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3019	32	1581	1438
50	ΠΛΑΤΕΙΑ	7241	38	3997	3244
51	ΠΛΑΤΕΙΑ	1920	38	4139	-2219
52	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1159	50	4819	-3660
53	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	5548	113	8104	-2556
54	ΠΛΑΤΕΙΑ	4604	64	14022	-9418
55	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3750	41	5204	-1454
56	ΠΛΑΤΕΙΑ	6791	27	1878	4913
57	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1908	40	4100	-2192
58	ΠΛΑΤΕΙΑ	1235	28	2368	-1133
59	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	9681	31	581	9100
60	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	22176	53	4762	17414
61	ΠΛΑΤΕΙΑ	1905	66	8027	-6122
62	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1872	103	18509	-16637
63	ΠΛΑΤΕΙΑ	6653	29	4199	2454
64	ΠΛΑΤΕΙΑ	2966	25	1527	1439
65	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	634	40	3645	-3011
66	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1455	40	4757	-3302
67	ΠΛΑΤΕΙΑ	1706	7	659	1047
68	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	3237	18	1555	1682
69	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	8538	12	954	7584
70	ΠΛΑΤΕΙΑ	1850	29	3610	-1760
71	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1311	5	187	1124
72	ΠΛΑΤΕΙΑ	2017	29	2981	-964
73	ΑΛΣΟΣ	83623	16	2850	80773
74	ΠΛΑΤΕΙΑ	1972	7	393	1579
75	ΠΛΑΤΕΙΑ	2472	14	570	1902
76	ΠΛΑΤΕΙΑ	2080	8	436	1644
77	ΠΛΑΤΕΙΑ	2210	18	2096	114
78	ΑΛΣΟΣ	14727	70	12794	1933
79	ΠΛΑΤΕΙΑ	2496	83	13549	-11053
80	ΛΟΦΟΣ	223027	37	2034	220993

Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
81	ΠΛΑΤΕΙΑ	47553	176	13359	34194
82	ΠΛΑΤΕΙΑ	1450	8	560	890
83	ΠΛΑΤΕΙΑ	35373	69	4481	30892
84	ΠΛΑΤΕΙΑ	652	118	7506	-6854
85	ΠΛΑΤΕΙΑ	4346	60	7683	-3337
86	ΠΛΑΤΕΙΑ	1192	71	8874	-7682
87	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2063	36	1960	103
88	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2400	26	1634	766
89	ΠΛΑΤΕΙΑ	3140	24	1323	1817
90	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	15482	46	3782	11700
91	ΠΛΑΤΕΙΑ	2235	48	6634	-4399
92	ΠΛΑΤΕΙΑ	4839	130	6407	-1568
93	ΛΟΦΟΣ	249809	48	3164	246645
94	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	10993	97	5142	5851
95	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	8017	30	2208	5809
96	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1793	31	3084	-1291
97	ΠΛΑΤΕΙΑ	1050	69	7055	-6005
98	ΠΛΑΤΕΙΑ	372	29	2333	-1961
99	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	330	15	1033	-703
100	ΠΛΑΤΕΙΑ	462	5	579	-117
101	ΠΛΑΤΕΙΑ	3116	40	4123	-1007
102	ΠΛΑΤΕΙΑ	1659	88	9818	-8159
103	ΠΛΑΤΕΙΑ	1516	15	1697	-181
104	ΠΛΑΤΕΙΑ	2080	10	987	1093
105	ΠΛΑΤΕΙΑ	858	10	539	319
106	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	10009	20	2591	7418
107	ΠΛΑΤΕΙΑ	1278	22	2891	-1613
108	ΠΛΑΤΕΙΑ	1918	35	2726	-808
109	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	8622	30	2089	6533
110	ΠΛΑΤΕΙΑ	2609	63	5251	-2642
111	ΛΟΦΟΣ	95347	39	2371	92976
112	ΠΛΑΤΕΙΑ	7881	47	726	7155
113	ΑΛΣΟΣ	4317	68	692	3625
114	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	11696	24	448	11248
115	ΠΛΑΤΕΙΑ	594	34	1917	-1323
116	ΠΛΑΤΕΙΑ	1332	126	14591	-13259
117	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	17716	31	3571	14145
118	ΠΛΑΤΕΙΑ	7252	125	4331	2921
119	ΠΛΑΤΕΙΑ	2148	118	6186	-4038
120	ΠΛΑΤΕΙΑ	6910	16	31	6879

Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
121	ΠΛΑΤΕΙΑ	4761	73	1970	2791
122	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2629	133	1247	1382
123	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	42242	6	49	42193
124	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	33426	41	1640	31786
125	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1427	14	402	1025
126	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	3961	8	638	3323
127	ΠΛΑΤΕΙΑ	4461	72	7181	-2720
128	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	4791	33	3242	1549
129	ΠΛΑΤΕΙΑ	3547	87	8300	-4753
130	ΠΛΑΤΕΙΑ	1491	114	7115	-5624
131	ΠΛΑΤΕΙΑ	2528	65	6239	-3711
132	ΠΛΑΤΕΙΑ	5574	83	4555	1019
133	ΛΟΦΟΣ	21354	87	4176	17178
134	ΠΛΑΤΕΙΑ	4101	141	10537	-6436
135	ΑΛΣΟΣ	8558	89	8691	-133
136	ΠΛΑΤΕΙΑ	13338	49	6150	7188
137	ΠΛΑΤΕΙΑ	28855	77	10896	17959
138	ΑΛΣΟΣ	130808	35	4952	125856
139	ΠΛΑΤΕΙΑ	2330	61	8139	-5809
140	ΠΛΑΤΕΙΑ	1030	53	7061	-6031
141	ΠΛΑΤΕΙΑ	1922	33	6517	-4595
142	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	925	69	12799	-11874
143	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	410	21	2755	-2345
144	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	238	20	2057	-1819
145	ΠΛΑΤΕΙΑ	436	8	719	-283
146	ΠΛΑΤΕΙΑ	5814	20	3287	2527
147	ΛΟΦΟΣ	4869	48	6788	-1919
148	ΛΟΦΟΣ	9404	91	10602	-1198
149	ΠΛΑΤΕΙΑ	1587	86	7555	-5968
150	ΠΛΑΤΕΙΑ	785	65	9765	-8980
151	ΠΛΑΤΕΙΑ	1616	17	1418	198
152	ΠΛΑΤΕΙΑ	1308	12	1225	83
153	ΠΛΑΤΕΙΑ	4359	20	966	3393

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

Πίνακας 7 – Μετακίνηση Πληθυσμού μεταξύ των περιοχών

j i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	13810	8121	3159	1759	615	815	494	265	276	388	197	141	170	201	236	163	173	204	210	287	274	293	438	410	275	326	786	376	509	776
2	3467	11434	7033	1662	494	673	350	167	170	251	114	76	94	113	132	88	94	111	110	173	159	162	272	238	142	163	512	151	248	337
3	2323	12112	12230	9096	1385	2381	970	380	396	643	247	154	197	246	294	181	186	238	233	406	368	370	703	585	308	351	1528	281	549	699
4	1847	4083	13004	13550	2166	6430	2064	645	752	1388	449	274	362	466	591	334	343	463	461	824	760	806	1770	1459	652	762	6177	515	1306	1570
5	341	633	1037	1137	8479	4415	4172	1102	859	1485	392	177	239	328	357	198	183	262	219	698	509	378	893	566	252	245	899	138	294	272
6	224	426	874	1648	2159	10331	2625	354	408	989	195	99	135	186	228	117	116	165	146	414	331	282	888	525	187	192	1415	100	256	233
7	154	250	403	599	2295	2953	7145	920	1189	4805	386	150	220	333	387	176	160	254	200	1031	650	414	1510	695	231	212	863	94	237	190
8	23	31	40	47	138	91	205	630	492	226	170	46	63	91	77	46	42	55	39	194	111	60	97	66	37	32	56	18	31	27
9	26	35	45	60	122	116	294	552	2579	725	483	79	132	252	210	86	69	121	73	1431	417	137	232	142	67	53	89	24	48	37
10	56	81	119	178	356	481	2065	441	1273	3848	291	96	153	261	319	117	104	182	130	1492	686	312	1354	491	141	119	334	46	117	85
11	69	89	114	146	238	237	419	827	2137	728	7051	755	1537	3342	1197	684	387	791	369	1898	1437	521	482	394	265	190	219	73	150	108
12	20	24	27	34	40	42	56	69	109	79	244	4897	1494	442	257	1332	371	386	189	133	168	132	78	82	96	65	47	27	45	34
13	24	29	35	45	54	60	85	102	197	133	530	1613	24	2173	729	1968	448	1036	294	275	392	248	131	136	143	90	67	32	61	42
14	32	40	50	66	85	96	150	179	452	268	1360	564	2571	1249	2040	771	349	1201	329	765	1207	432	247	237	191	121	106	40	84	57
15	101	128	168	237	270	347	526	448	1148	1000	1500	995	2653	6297	5308	1980	1369	8940	2005	2644	9522	4439	1268	1449	1138	612	455	145	376	221
16	12	14	16	20	21	23	29	31	52	41	94	545	743	249	209	1859	541	552	193	71	106	100	46	52	73	44	27	17	28	21
17	10	11	13	16	16	17	20	19	29	27	40	109	122	81	104	381	1582	269	355	39	58	79	32	40	81	45	21	15	25	18
18	90	110	140	192	205	258	356	323	672	586	1028	1562	3928	3841	9279	5528	3757	4075	4376	1169	2398	2753	747	935	1307	638	347	148	349	205
19	22	25	31	42	38	48	58	46	80	84	96	149	216	204	404	368	966	844	5700	125	212	521	123	184	714	240	72	43	99	55
20	130	178	246	351	563	677	1508	1272	8584	5081	2556	543	1064	2525	2839	689	508	1209	648	5206	11033	1621	2545	1524	580	417	655	132	342	227
21	26	33	43	61	76	98	168	128	431	405	337	123	267	692	1765	185	144	432	198	1904	1328	653	455	385	164	105	118	31	77	49
22	70	88	117	178	159	237	309	188	405	535	358	276	489	723	2425	503	564	1450	1419	826	1916	5169	1183	2574	1798	784	417	116	403	195
23	24	32	47	79	76	148	221	65	138	456	68	35	54	84	138	47	50	81	68	254	261	232	1955	930	91	78	256	25	77	49
24	57	74	106	182	136	251	296	121	241	481	156	97	153	226	451	145	158	282	281	442	639	1458	2720	3407	502	412	651	77	351	167
25	54	63	80	118	87	127	140	90	154	194	148	162	227	256	502	288	466	556	1566	240	381	1447	361	711	6753	2794	245	139	505	199
26	34	39	48	72	46	68	67	41	63	84	56	57	74	83	139	87	129	140	265	90	124	320	156	295	1404	4298	147	115	636	173
27	33	48	79	215	64	192	106	33	46	95	29	19	25	32	44	24	30	34	34	58	58	70	211	186	52	61	952	27	104	81
28	10	9	10	12	9	9	9	7	8	9	8	8	8	8	9	8	15	9	10	9	9	11	10	12	14	19	12	561	26	35
29	176	198	256	426	184	321	264	133	195	295	153	132	172	203	309	185	235	278	390	263	322	605	568	927	942	2362	948	644	7998	2536
30	57	56	67	104	38	61	45	25	32	45	26	22	26	30	40	27	37	36	44	38	42	61	70	88	76	126	143	178	497	3285

Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, ίδια επεξεργασία

Πίνακας 9- Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης

ΤΕΛΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Β' ΣΕΝΑΡΙΟΥ					
Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
1	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	13776	9	668	13108
2	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1383	8	672	711
3	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	2928	5	294	2634
4	ΑΛΣΟΣ	2510	15	1658	852
5	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1678	9	623	1055
6	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	8938	35	3603	5335
7	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	11713	41	8479	3234
8	ΠΛΑΤΕΙΑ	3780	35	8614	-4834
9	ΠΛΑΤΕΙΑ	466	49	7820	-7354
10	ΠΛΑΤΕΙΑ	2605	68	7744	-5139
11	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1729	19	1583	146
12	ΠΛΑΤΕΙΑ	395	4	110	285
13	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1596	42	827	769
14	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3017	40	1294	1723
15	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	341	19	1541	-1200
16	ΠΛΑΤΕΙΑ	1165	11	706	459
17	ΠΛΑΤΕΙΑ	308	17	1458	-1150
18	ΑΛΣΟΣ	8598	15	1684	6914
19	ΠΛΑΤΕΙΑ	5277	22	1822	3455
20	ΠΛΑΤΕΙΑ	4132	12	704	3428
21	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	4742	13	587	4155
22	ΠΛΑΤΕΙΑ	2466	14	933	1533
23	ΠΛΑΤΕΙΑ	1319	15	1101	218
24	ΠΛΑΤΕΙΑ	1089	21	6155	-5066
25	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	8804	7	2973	5831
26	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3475	58	5350	-1875
27	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	4356	39	4776	-420
28	ΠΛΑΤΕΙΑ	1867	48	5766	-3899
29	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	521	33	1361	-840
30	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	6808	34	4902	1906
31	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2420	15	2116	304
32	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	3446	48	3114	332
33	ΠΛΑΤΕΙΑ	2940	25	4145	-1205
34	ΠΛΑΤΕΙΑ	3411	9	1464	1947
35	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	10780	30	4957	5823
36	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1921	28	3110	-1189
37	ΠΛΑΤΕΙΑ	1902	57	4517	-2615
38	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	5840	34	661	5179
39	ΠΛΑΤΕΙΑ	1197	31	1072	125
40	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	34607	76	5625	28982

Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
41	ΠΛΑΤΕΙΑ	7200	41	1504	5696
42	ΠΛΑΤΕΙΑ	2673	52	3073	-400
43	ΠΛΑΤΕΙΑ	333	45	3198	-2865
44	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2910	46	2815	95
45	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	4801	41	2837	1964
46	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	444	29	1602	-1158
47	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	7827	38	971	6856
48	ΑΛΣΟΣ	206202	144	3046	203156
49	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3019	28	496	2523
50	ΠΛΑΤΕΙΑ	7241	21	198	7043
51	ΠΛΑΤΕΙΑ	1920	21	161	1759
52	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1159	55	1627	-468
53	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	5548	71	1397	4151
54	ΠΛΑΤΕΙΑ	4604	61	11229	-6625
55	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	3750	37	438	3312
56	ΠΛΑΤΕΙΑ	6791	31	1020	5771
57	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1908	33	890	1018
58	ΠΛΑΤΕΙΑ	1235	30	456	779
59	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	9681	32	708	8973
60	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	22176	68	1616	20560
61	ΠΛΑΤΕΙΑ	1905	62	1089	816
62	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1872	57	1415	457
63	ΠΛΑΤΕΙΑ	6653	47	2317	4336
64	ΠΛΑΤΕΙΑ	2966	24	645	2321
65	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	634	13	558	76
66	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1455	38	583	872
67	ΠΛΑΤΕΙΑ	1706	9	175	1531
68	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	3237	11	114	3123
69	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	8538	25	3488	5050
70	ΠΛΑΤΕΙΑ	1850	16	1338	512
71	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1311	7	236	1075
72	ΠΛΑΤΕΙΑ	2017	8	551	1466
73	ΑΛΣΟΣ	83623	53	5843	77780
74	ΠΛΑΤΕΙΑ	1972	13	441	1531
75	ΠΛΑΤΕΙΑ	2472	11	200	2272
76	ΠΛΑΤΕΙΑ	2080	17	456	1624
77	ΠΛΑΤΕΙΑ	2210	67	8879	-6669
78	ΑΛΣΟΣ	14727	82	6713	8014
79	ΠΛΑΤΕΙΑ	2496	32	917	1579
80	ΛΟΦΟΣ	223027	264	26703	196324

Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
81	ΠΛΑΤΕΙΑ	47553	11	1357	46196
82	ΠΛΑΤΕΙΑ	1450	25	5302	-3852
83	ΠΛΑΤΕΙΑ	35373	144	16279	19094
84	ΠΛΑΤΕΙΑ	652	58	4386	-3734
85	ΠΛΑΤΕΙΑ	4346	78	4518	-172
86	ΠΛΑΤΕΙΑ	1192	12	385	807
87	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2063	23	1675	388
88	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2400	15	2639	-239
89	ΠΛΑΤΕΙΑ	3140	46	3124	16
90	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	15482	51	9244	6238
91	ΠΛΑΤΕΙΑ	2235	96	19221	-16986
92	ΠΛΑΤΕΙΑ	4839	25	5359	-520
93	ΛΟΦΟΣ	249809	153	36702	213107
94	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	10993	30	2791	8202
95	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	8017	33	6451	1566
96	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1793	70	9433	-7640
97	ΠΛΑΤΕΙΑ	1050	28	2795	-1745
98	ΠΛΑΤΕΙΑ	372	15	1392	-1020
99	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	330	7	911	-581
100	ΠΛΑΤΕΙΑ	462	34	2620	-2158
101	ΠΛΑΤΕΙΑ	3116	86	8143	-5027
102	ΠΛΑΤΕΙΑ	1659	20	1754	-95
103	ΠΛΑΤΕΙΑ	1516	14	1728	-212
104	ΠΛΑΤΕΙΑ	2080	10	1576	504
105	ΠΛΑΤΕΙΑ	858	14	718	140
106	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	10009	30	2974	7035
107	ΠΛΑΤΕΙΑ	1278	15	933	345
108	ΠΛΑΤΕΙΑ	1918	31	3091	-1173
109	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	8622	56	6738	1884
110	ΠΛΑΤΕΙΑ	2609	43	8248	-5639
111	ΛΟΦΟΣ	95347	71	24381	70966
112	ΠΛΑΤΕΙΑ	7881	67	20817	-12936
113	ΑΛΣΟΣ	4317	18	1336	2981
114	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	11696	72	11601	95
115	ΠΛΑΤΕΙΑ	594	122	8798	-8204
116	ΠΛΑΤΕΙΑ	1332	35	3275	-1943
117	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	17716	123	9755	7961
118	ΠΛΑΤΕΙΑ	7252	85	8093	-841
119	ΠΛΑΤΕΙΑ	2148	27	3150	-1002
120	ΠΛΑΤΕΙΑ	6910	50	13088	-6178

Κωδικός χώρου καταφυγής	Τύπος Χώρου	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Ο.Τ. που προσεγγίζουν	Πληθυσμός που προσεγγίζει	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι
121	ΠΛΑΤΕΙΑ	4761	110	16515	-11754
122	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	2629	18	2980	-351
123	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	42242	101	14884	27358
124	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	33426	20	3096	30330
125	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	1427	5	940	487
126	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	3961	53	4518	-557
127	ΠΛΑΤΕΙΑ	4461	22	3191	1270
128	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	4791	62	4723	68
129	ΠΛΑΤΕΙΑ	3547	92	13376	-9829
130	ΠΛΑΤΕΙΑ	1491	53	10689	-9198
131	ΠΛΑΤΕΙΑ	2528	96	9598	-7070
132	ΠΛΑΤΕΙΑ	5574	112	12220	-6646
133	ΛΟΦΟΣ	21354	133	9846	11508
134	ΠΛΑΤΕΙΑ	4101	20	1239	2862
135	ΑΛΣΟΣ	8558	61	2620	5938
136	ΠΛΑΤΕΙΑ	13338	68	3223	10115
137	ΠΛΑΤΕΙΑ	28855	55	2169	26686
138	ΑΛΣΟΣ	130808	125	2877	127931
139	ΠΛΑΤΕΙΑ	2330	33	1926	404
140	ΠΛΑΤΕΙΑ	1030	44	2272	-1242
141	ΠΛΑΤΕΙΑ	1922	66	7823	-5901
142	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	925	20	1234	-309
143	ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΧΩΡΟΣ	410	13	1448	-1038
144	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	238	18	1640	-1402
145	ΠΛΑΤΕΙΑ	436	23	1567	-1131
146	ΠΛΑΤΕΙΑ	5814	41	1327	4487
147	ΛΟΦΟΣ	4869	93	9301	-4432
148	ΛΟΦΟΣ	9404	90	9818	-414
149	ΠΛΑΤΕΙΑ	1587	62	8744	-7157
150	ΠΛΑΤΕΙΑ	785	15	51	734
151	ΠΛΑΤΕΙΑ	1616	47	441	1175
152	ΠΛΑΤΕΙΑ	1308	12	143	1165
153	ΠΛΑΤΕΙΑ	4359	42	2351	2008

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργα

Πίνακας 11 – Συγκριτικός Πίνακας χώρων καταφυγής για το Α' και Β' Σενάριο

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Α' ΚΑΙ Β' ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ					
Κωδικός χώρου καταφυγής	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Α'	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι στο Α'	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Β'	Υπερκαλυπτόμενοι χώροι στο Β'
1	13776	648	13128	668	13108
2	1383	0	1383	672	711
3	2928	78	2850	294	2634
4	2510	761	1749	1658	852
5	1678	547	1131	623	1055
6	8938	4018	4920	3603	5335
7	11713	8028	3685	8479	3234
8	3780	4569	-789	8614	-4834
9	466	7143	-6677	7820	-7354
10	2605	6240	-3635	7744	-5139
11	1729	1774	-45	1583	146
12	395	1032	-637	110	285
13	1596	4008	-2412	827	769
14	3017	3414	-397	1294	1723
15	341	1084	-743	1541	-1200
16	1165	353	812	706	459
17	308	794	-486	1458	-1150
18	8598	3927	4671	1684	6914
19	5277	3003	2274	1822	3455
20	4132	912	3220	704	3428
21	4742	1653	3089	587	4155
22	2466	2489	-23	933	1533
23	1319	1375	-56	1101	218
24	1089	2356	-1267	6155	-5066
25	8804	349	8455	2973	5831
26	3475	7355	-3880	5350	-1875
27	4356	3720	636	4776	-420
28	1867	12166	-10299	5766	-3899
29	521	9739	-9218	1361	-840
30	6808	3738	3070	4902	1906
31	2420	1261	1159	2116	304
32	3446	9789	-6343	3114	332
33	2940	994	1946	4145	-1205
34	3411	737	2674	1464	1947
35	10780	3183	7597	4957	5823
36	1921	2344	-423	3110	-1189
37	1902	12759	-10857	4517	-2615
38	5840	10224	-4384	661	5179
39	1197	5669	-4472	1072	125
40	34607	8704	25903	5625	28982

Κωδικός χώρου καταφυγής	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Α'	Υπερκαλυπτόμ ενοι χώροι στο Α'	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Β'	Υπερκαλυπτόμε νοι χώροι στο Β'
41	7200	11747	-4547	1504	5696
42	2673	5284	-2611	3073	-400
43	333	11130	-10797	3198	-2865
44	2910	1709	1201	2815	95
45	4801	5537	-736	2837	1964
46	444	2942	-2498	1602	-1158
47	7827	1846	5981	971	6856
48	206202	4017	202185	3046	203156
49	3019	1581	1438	496	2523
50	7241	3997	3244	198	7043
51	1920	4139	-2219	161	1759
52	1159	4819	-3660	1627	-468
53	5548	8104	-2556	1397	4151
54	4604	14022	-9418	11229	-6625
55	3750	5204	-1454	438	3312
56	6791	1878	4913	1020	5771
57	1908	4100	-2192	890	1018
58	1235	2368	-1133	456	779
59	9681	581	9100	708	8973
60	22176	4762	17414	1616	20560
61	1905	8027	-6122	1089	816
62	1872	18509	-16637	1415	457
63	6653	4199	2454	2317	4336
64	2966	1527	1439	645	2321
65	634	3645	-3011	558	76
66	1455	4757	-3302	583	872
67	1706	659	1047	175	1531
68	3237	1555	1682	114	3123
69	8538	954	7584	3488	5050
70	1850	3610	-1760	1338	512
71	1311	187	1124	236	1075
72	2017	2981	-964	551	1466
73	83623	2850	80773	5843	77780
74	1972	393	1579	441	1531
75	2472	570	1902	200	2272
76	2080	436	1644	456	1624
77	2210	2096	114	8879	-6669
78	14727	12794	1933	6713	8014
79	2496	13549	-11053	917	1579
80	223027	2034	220993	26703	196324

Κωδικός χώρου καταφυγής	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Α'	Υπερκαλυπτόμ ενοι χώροι στο Α'	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Β'	Υπερκαλυπτόμε νοι χώροι στο Β'
81	47553	13359	34194	1357	46196
82	1450	560	890	5302	-3852
83	35373	4481	30892	16279	19094
84	652	7506	-6854	4386	-3734
85	4346	7683	-3337	4518	-172
86	1192	8874	-7682	385	807
87	2063	1960	103	1675	388
88	2400	1634	766	2639	-239
89	3140	1323	1817	3124	16
90	15482	3782	11700	9244	6238
91	2235	6634	-4399	19221	-16986
92	4839	6407	-1568	5359	-520
93	249809	3164	246645	36702	213107
94	10993	5142	5851	2791	8202
95	8017	2208	5809	6451	1566
96	1793	3084	-1291	9433	-7640
97	1050	7055	-6005	2795	-1745
98	372	2333	-1961	1392	-1020
99	330	1033	-703	911	-581
100	462	579	-117	2620	-2158
101	3116	4123	-1007	8143	-5027
102	1659	9818	-8159	1754	-95
103	1516	1697	-181	1728	-212
104	2080	987	1093	1576	504
105	858	539	319	718	140
106	10009	2591	7418	2974	7035
107	1278	2891	-1613	933	345
108	1918	2726	-808	3091	-1173
109	8622	2089	6533	6738	1884
110	2609	5251	-2642	8248	-5639
111	95347	2371	92976	24381	70966
112	7881	726	7155	20817	-12936
113	4317	692	3625	1336	2981
114	11696	448	11248	11601	95
115	594	1917	-1323	8798	-8204
116	1332	14591	-13259	3275	-1943
117	17716	3571	14145	9755	7961
118	7252	4331	2921	8093	-841
119	2148	6186	-4038	3150	-1002
120	6910	31	6879	13088	-6178

Κωδικός χώρου καταφυγής	Φέρουσα ικανότητα χώρου	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Α'	Υπερκαλυπτόμ ενοι χώροι στο Α'	Πληθυσμός που προσεγγίζει στο Β'	Υπερκαλυπτόμε νοι χώροι στο Β'
121	4761	1970	2791	16515	-11754
122	2629	1247	1382	2980	-351
123	42242	49	42193	14884	27358
124	33426	1640	31786	3096	30330
125	1427	402	1025	940	487
126	3961	638	3323	4518	-557
127	4461	7181	-2720	3191	1270
128	4791	3242	1549	4723	68
129	3547	8300	-4753	13376	-9829
130	1491	7115	-5624	10689	-9198
131	2528	6239	-3711	9598	-7070
132	5574	4555	1019	12220	-6646
133	21354	4176	17178	9846	11508
134	4101	10537	-6436	1239	2862
135	8558	8691	-133	2620	5938
136	13338	6150	7188	3223	10115
137	28855	10896	17959	2169	26686
138	130808	4952	125856	2877	127931
139	2330	8139	-5809	1926	404
140	1030	7061	-6031	2272	-1242
141	1922	6517	-4595	7823	-5901
142	925	12799	-11874	1234	-309
143	410	2755	-2345	1448	-1038
144	238	2057	-1819	1640	-1402
145	436	719	-283	1567	-1131
146	5814	3287	2527	1327	4487
147	4869	6788	-1919	9301	-4432
148	9404	10602	-1198	9818	-414
149	1587	7555	-5968	8744	-7157
150	785	9765	-8980	51	734
151	1616	1418	198	441	1175
152	1308	1225	83	143	1165
153	4359	966	3393	2351	2008

Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία

13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΕΣ

Γκίκα, Σ. Μ. (2012) *‘Η Πολιτική Προστασία στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι σχέσεις Αλληλοϋποστήριξης στις Δασικές Πυρκαγιές του 2007’*, Πτυχιακή Εργασία, Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Σαπουντζάκη, Κ., Αθήνα: Τμήμα Γεωγραφίας.

Δημητριάδης, Ε. Π., Κουσιδώνης, Χ. Θ., Λαγόπουλος, Α. Φ. και Κωνσταντινίδου, Δ. Α. (επ.) (2002) *‘Επανασχεδιασμός Υποβαθμισμένων και Κατεστραμμένων Περιοχών της Ευρώπης, Διεθνές Συμπόσιο Αστικής και Περιφερειακής Ανασυγκρότησης’*, Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Δημόπουλος, Κ., Τίγκα, Κ. και Σαγιάς, Ι. Π. (2007) *‘Χωρικές και Δομικές Επιπτώσεις των Σεισμών στην Πόλη. Η Περίπτωση της Αθήνας’*, Ημερίδα: Πρόληψη - Διαχείριση των Φυσικών Καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού, 11 Δεκεμβρίου 2007, Αθήνα

Διαμαντόπουλος, Γ. (1999) *‘Μερικές Σκέψεις για την Αντισεισμική Πολεοδομική Θωράκιση της Δυτικής Αθήνας’*, Ενημερωτικό Δελτίο Τ.Ε.Ε., 2072.

Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Διεύθυνση Σχεδιασμού και Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών (2012) *‘Σχεδιασμός και Δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την Αντιμετώπιση Κινδύνων από την Εκδήλωση Σεισμικών Φαινομένων’*

Κουτσόπουλος, Κ. (2005) *‘Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου’*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Κουτσόπουλος, Κ. (2009) *‘Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου Αθήνα’*: Παπασωτηρίου

Λέκκας, Ε. Λ. (1996) *‘Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές’*, Αθήνα: Access.

Λέκκας, Ε. (2000α). *‘Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές’*. Εκδόσεις Access 1996 και 2000. 278σ.

- Λέκκας, Ε. (2000β). *‘Το επιχειρησιακό διασωστικό και επιστημονικό έργο της Ελληνικής αποστολής στον καταστροφικό σεισμό του Izmit’* (17 Αυγούστου 1999, Τουρκία). Συνέδριο Αντιμετώπισης Σεισμικών Καταστροφών – Επιστημονική Προσέγγιση – Κοινωνική διάσταση, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. – Τμήμα Νοσηλευτικής ΤΕΙΘ-ΕΚΑΒ, 91-109, Θεσσαλονίκη.
- Λέκκας, Ε. Α. και Λόζιος, Σ. Γ. (2002) *‘Βασικές Αρχές και Εφαρμογές του Επιχειρησιακού Σχεδιασμού για τη Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών και Τεχνολογικών Κινδύνων’*, Μέρος Α, Αθήνα: Τμήμα Γεωλογίας.
- Λουκάκης, Ι. (2010) *‘Το πρόβλημα της χωροθέτησης των μονάδων πυρόσβεσης-διάσωσης : θεωρία & μεθοδολογία της έρευνας’*, unpublished thesis Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Μακρόπουλος, Κ. (2006) *‘Φυσικές Καταστροφές Σεισμοί και Μέτρα Προστασίας’*, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, 25 - 27 Οκτωβρίου 2006, Αλεξανδρούπολη
- Μασούρα, Β. (2009) *‘Η Διεπιστημονική Ορολογία του Τομέα Διαχείρισης Φυσικών Κινδύνων - Το Παράδειγμα του Σεισμικού Κινδύνου’*, 7ο Συνέδριο Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία, 22 - 24 Οκτωβρίου 2009, Αθήνα Παπαδόπουλος 2000
- Μπάκας, Ο. (2008) *‘Γεωγραφία των Μεταφορών & Εφοδιασμού Πόρων στην Αντιμετώπιση Κρίσεων. Δημιουργία και Σχεδιασμός Μοντέλου’*, Πτυχιακή Εργασία, Αθήνα: Τμήμα Γεωγραφίας.
- Μπαλούτσος, Γ. (2005) *‘Φυσικοί Κίνδυνοι και Φυσικές Καταστροφές Πολιτική και Διαχείριση των Δυσμενέστερων Επιπτώσεων τους στα Χρόνια που Έπονται’*, ΕΘΙΑΓΕ, **19**, σελ. 21-24.
- Μπεριάτος, Η. και Δελλαδέτσιμας, Π. Μ. (2010) *‘Σεισμοί και Οικιστική Ανάπτυξη: Ο Ρόλος του Αρχιτεκτονικού, Πολεοδομικού και Χωροταξικού Σχεδιασμού’*, Αθήνα: Κριτική.
- Παντζαρτζή, Ε. (2010) *‘Ευρωπαϊκή Ένωση και Διαχείριση Φυσικών και Τεχνολογικών Καταστροφών, Μελέτη Περίπτωσης: Χώρα Ιταλία’*, Πτυχιακή Εργασία, Επιβλέπων Καθηγητής: Φαλάρας, Ε., Αθήνα: Εθνική Σχολή Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Τμήμα Πολιτικής Προστασίας.

Παπαδόπουλος, Γ. (2000) *‘Η Πολιτική Προστασία στην Ελλάδα Αντιμετώπιση Φυσικών και Τεχνολογικών Καταστροφών’*, Αθήνα: Ίων.

Παπαζάχος, Β. και Παπαζάχου, Κ. (2003) *‘Οι Σεισμοί της Ελλάδας’*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη

Παπαζάχος, Β., Καρακαΐσης, Γ. Φ. και Χατζηδημητρίου, Π. Μ. (2005) *‘Εισαγωγή στη Σεισμολογία’*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.

Παυλίδης, Σ. Β. και Πεφτιτσέλη, Κ. (2000) *‘Αντιμετώπιση Σεισμικών Καταστροφών: Επιστημονική Προσέγγιση - Κοινωνική Διάσταση’*, Πρακτικά Συνεδρίου Αντιμετώπισης Σεισμικών Καταστροφών, 3 - 4 Δεκεμβρίου 1999, Θεσσαλονίκη: Τ.Ε.Ι.Θ: Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Σαπουντζάκη, Π. (2001) *‘Εκκένωση κτιρίων και καταφυγή πληθυσμού σε ασφαλείς χώρους μετά από σεισμό’*, Αθήνα: ΟΑΣΠ.

Σαπουντζάκη, Κ. (επ.) (2007) *‘Το Αύριο εν Κινδύνω: Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές στην Ευρώπη και την Ελλάδα’*, Αθήνα: Gutenberg.

Σιόλας, Α. και Περπερίδου, Δ. Γ. (2007) *‘Ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός, η Πρόληψη και Αντιμετώπιση των Φυσικών Κινδύνων (Σεισμοί, Πλημμύρες, Πυρκαγιές)’*, Ημερίδα: Πρόληψη - Διαχείριση των Φυσικών Καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού, 11 Δεκεμβρίου 2007, Αθήνα

Τάσσοις, Σ. (2001) *‘Η Γη τρέμει: Περί Σεισμών ο Λόγος’*, Αθήνα: Καστανιώτη.

Τσιωνάς, Ι., Μπαλτζοπούλου, Α., Τσιούκας, Β. και Καραμπίνης, Α. (2010) *‘Οι πολεοδομικές συνιστώσες της σεισμικής διακινδύνευσης’*, Αειχώρος, (14), 94-115.
Κουτσόπουλος, Κ. (2000) *Γεωγραφία : Μεθοδολογία και Μέθοδοι Ανάλυσης Χώρου*, Αθήνα: Παπαδάμης Ο.Ε.

Φουρτούνη, Π. (2011) *‘Τρωτότητα Μετασεισμικής Ανασυγκρότησης: Περιπτώσεις Μελέτης τα Σεισμικά Γεγονότα της Αθήνας το 1999 και του Ιζμίτ το 1999’*, Πτυχιακή Εργασία, Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Σαπουντζάκη, Κ., Αθήνα: Τμήμα Γεωγραφίας.

Φώτης, Γ. (1997) *‘Μέθοδοι και Τεχνικές Χωροθέτησης Λειτουργιών - Σημειώσεις Μαθήματος’*, Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Φώτης Γεωργιος Ν., Κωστής Κουτσόπουλος, 2007, *‘Τα GIS στην Πρόληψη και Διαχείριση των Φυσικών Καταστροφών’*, (Ημερίδα: Πρόληψη - Διαχείριση των Φυσικών Καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού)

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ

Ando, M. (2005) '*Urban Planning and Machizukuri Congested Residential Urban District Improvement Project*' στο Shiozaki, Y., Nishikawa, E. και Deguchi, T. (επ.) *Lessons from the Great Hansin Earthquake*

Benson, C. και Clay, E. (2004) *Understanding the Economic and Financial Impacts of Natural Disasters* [διαδίκτυο (online)]. Social Protection & Labor The World Bank, Disaster Risk Management Series, 4.

Bolt, B. A., Berkeley, H., Τρουφάκος, Γ. (επ.), Ιωαννίδου, Ε. Τ. (μτφ) (1991) '*Σεισμοί*', Αθήνα: Τροχαλία.

Bailey, T. C. και Gatrell, A. G. (1995) *Interactive Spatial Analysis*, New York: Wiley.

Burton, I. και Kates, R. W. (1964) '*The Perception of Natural Hazards in Resource Management*', *Natural Resources Journal*, 3 (3) , σελ. 412-441.

Burrough, A. και MacDonnell, R. (1998) *Principles of Geographical Information Systems*, New York: Oxford Press.

Carydis, P., Holevas, K., Lekkas, E. & Papadopoulos, T. (1995). *The Grevena (Central - North) Greece Earthquake Series of May 13, 1995*. EERI Newsletter, Special Earthquake Report, June 1995, Vol. 29, No 6, 1-4, California.

Carydis P., Lekkas E., Papadopoulos T., & Holevas K. (1997). *Contribution of the scientific team of EPPO after the Egio earthquake (15-Jun-1995). Rapid collection scientific data estimation for the management of the disaster*. 8th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering (SDEE '97), Eds. A.S. Çakmak, M. Erdik, E. Durukal, Extended Abstracts, 302-303, Istanbul.

Collins, C. (1997). *Earthquake for Insurers*. Published by Poyal & Sun Alliance. 64p.

Comartin, C., Greene, M., Tubbesing, S. (Eds) (1995). *The Hyogo-Ken Nanbu Earthquake, January 17, 1995. Preliminary Reconnaissance Report.* . Earthquakes Engineering Research Institute. 116p.

Ferris, E. (2010) *Natural Disasters, Conflict, and Human Rights: Tracing the Connections*

Hakimi, S. L. (1964) '*Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph*', Operations Research, 12, 450-459.

Hakimi, L. S. (1965) '*Optimum distribution of switching centres in a communication network and some related graph theoretic problems*', Operations Research, 13, 462-475.

Heath, R. (1998) *Crisis Management for managers and executives. Business crises - the definitive handbook to reduction, readiness, response and recovery*, United Kingdom: Pearson Education Limited.

Hirayama, Y. (2000) '*Collapse and Reconstruction: Housing Recovery Policy in Kobe after the Hanshin Great Earthquake*', Housing Studies, 15 (1), σελ. 111-128.

Hunt, R. E. (2007) *Geologic Hazards A Field Guide for Geotechnical Engineers*, New York: CRC: Taylor & Francis.

Jain, S., Lettis, W., Murty, C., Bardet, J.P., (Eds) (2002). *Bhuj, India Earhtquake of January 26, 2001 Reconnaissance Report.* Earthquakes Engineering Research Institute.

Japan Echo Inc (1998) '*Earthquake Readiness: From Underground Stores to Satellite Monitoring*', Trends in Japan

Johnson, R. (2000) '*GIS Technology for Disasters and Emergency Management*', ESRI, White Paper.

Lekkas, E. & Kranis, H. (2004). *The Algerian earthquake (May 21, 2003): Results of field reconnaissance on damage evaluation, surficial deformation and geological site effects.* 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver.

Liu, Y. K. και Zhu, X. L. (2006) *Fuzzy capacitated location-allocation problem with minimum risk criteria*, 424-427.

Menoni, S. (2001) '*Chains of Damages and Failures in a Metropolitan Environment: Some Observations on the Kobe Earthquake in 1995*', Journal of Hazardous Materials, 86, σελ. 101-119.

Mingwu, Y., Jun, W., Huang, J., Shiyuan, X. και Zhenlou, C. (2012) '*Methodology and its application for community-scale evacuation planning against earthquake disaster*', Natural Hazards, 61, 881-892.

Pelham, L., Clay, E. και Braunholz, T. (2011) *Natural Disasters: What is the Role for Social Safety Nets?*

Risk Management Solutions (1995) *Kobe Earthquake 10-Year Retrospective*

Saadatseresht, M., Mansourian, A. και Taleai, M. (2009) '*Evacuation planning using multiobjective evolutionary optimization approach*', European Journal of Operational Research, (198), 305-314.

SCAWTHORN, C. (Ed) (2000). *The Marmara, Turkey Earthquake of August 17, 1999: Reconnaissance Report*. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research. 190p

Shaluf, I. M. (2007) '*Disaster Types*', *Disaster Prevention and Management*, 16 (5), σελ. 704-717

Smith, K. (1996) *Environmental Hazards Assessing Risk and Reducing Disaster*, London and New York: Routledge.

Song, W., Zhu, L. και Li, Q. (2009) '*Evacuation Model and Application for Emergency Events*', in Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, Seoul, Korea, IEEE, 1325-1329.

Tai, C.-A., Lee, Y.-L. και Lin, C.-Y. (2010a) '*Urban Disaster Prevention Shelter Location and Evacuation Behavior Analysis*', Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 9(1), 215-220.

Tai, C.-A., Lee, Y.-L., Lin, C.-Y. και Ishii, H. (2010b) '*Earthquake Evacuation Shelter Feasibility Analysis Applying with GIS Model Builder*', in 40th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Awaji City, Japan,

ΦΥΛΛΑ ΕΦΗΜΕΡΙΔΑΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΦΕΚ 236 Α / 1974: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (1974) Αριθμός 236, Τεύχος Α, *‘Περί Πολιτικής Σχεδιάσεως Εκτάκτου Ανάγκης’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 24 Α / 1979: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (1979) Αριθμός 24, Τεύχος Α, *‘Περί Κυρώσεως Τροποποιήσεως και Συμπληρώσεως της από 28.7.1978 Πράξεως Νομοθετικού Περιεχομένου του Προέδρου της Δημοκρατίας ‘Περί Αποκαταστάσεως Ζημιών εκ των Σεισμών 1978 εις Περιοχήν Βορείου Ελλάδος κ.λπ. και Ρυθμίσεως Ετέρων Τινών Συναφών Θεμάτων’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 52 Α / 1983: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (1983) Αριθμός 52, Τεύχος Α, *‘Σύσταση Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) και Άλλες Διατάξεις’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 212 Α / 1995: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (1995) Αριθμός 212, Τεύχος Α, *‘Οργάνωση Πολιτικής Προστασίας και Άλλες Διατάξεις’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 102 Α / 2002: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2002) Αριθμός 102, Τεύχος Α, *‘Αναβάθμιση της Πολιτικής Προστασίας και Λοιπές Διατάξεις’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 423 Β / 2003: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2003) Αριθμός 423, Τεύχος Β, *‘Έγκριση του από 7.4.2003 Γενικού Σχεδίου Πολιτικής Προστασίας με τη Συνθηματική Λέξη “Ξενοκράτης”*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 42 Α / 2007: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2007) Αριθμός 42, Τεύχος Α, *‘Ειδικές Ρυθμίσεις Θεμάτων Μεταναστευτικής Πολιτικής και λοιπών ζητημάτων Αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 263 Α / 2007: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2007) Αριθμός 263, Τεύχος Α, *‘Ρυθμίσεις Θεμάτων Αρχών, Γενικού Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, Σώματος*

Επιθεωρητών Ελεγκτών Δημόσιας Διοίκησης και λοιπών ζητημάτων Αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 213 Α / 2009: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2009) Αριθμός 213, Τεύχος Α, *‘Σύσταση Υπουργείου Προστασίας του Πολίτη και Καθορισμός των Αρμοδιοτήτων του’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 270 Β / 2010: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2010) Αριθμός 270, Τεύχος Β, *Τροποποίηση της απόφασης έγκρισης του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού – ΕΑΚ–2000*, όπως ισχύει. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 141 Α / 2012: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2012) Αριθμός 141, Τεύχος Α, *‘Ίδρυση και Μετονομασία Υπουργείων, Μεταφορά και Κατάργηση Υπηρεσιών’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΦΕΚ 142 ΑΑΠ/2012: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2012) Αριθμός 142, Τεύχος ΑΑΠ, *‘Περί Έγκριση πολεοδομικής μελέτης της πολεοδομικής ενότητας 2 (Νότια Έδρα) της Δημοτικής Ενότητας Παλλήνης του Δήμου Παλλήνης (Ν. Αττικής) και τροποποίηση εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου του ίδιου Δήμου στα όρια σύνδεσης’*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΝΟΚ 2012: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως (2012) Αριθμός 79, Τεύχος Α, *Νέος Οικοδομικός Κανονισμός*, Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

- Ιστοσελίδα σεισμολόγου, <http://www.elekkas.gr> πρόσβαση 12/10/2014
- Ιστοσελίδα ESRI, <http://resources.arcgis.com/> πρόσβαση 27/11/2014
- Accelerating the pace of engineering and science, <http://www.mathworks.com/> πρόσβαση 27/11/2014
- Ιστοσελίδα Γεωλόγος, <http://www.geologos.gr/> πρόσβαση 9-12-2014
- Οργανισμός Αντισεισμικού Κανονισμού και Προστασίας, <http://www.oasp.gr/> πρόσβαση 8/11/2014
- Δεδομένα χαρτών, www.geofabrik.de πρόσβαση 14/12/2014
- Ελληνική Στατιστική Αρχή, www.statistics.gr , πρόσβαση 29/12/2014
- Δημόσια Ανοιχτά Δεδομένα, geodata.gov.gr, πρόσβαση 1/12/2014
- Ιστοσελίδα Περιφέρειας Αττικής, <http://www.patt.gov.gr/>, πρόσβαση 1/12/2014
- Ιστοσελίδα Δήμου Αθηναίων, <http://www.cityofathens.gr/>, πρόσβαση 3/1/2015
- Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, <http://civilprotection.gr/>, πρόσβαση 14/1/2014
- Seismic Hazard Harmonization in Europe, <http://www.share-eu.org/> 12/10/2014